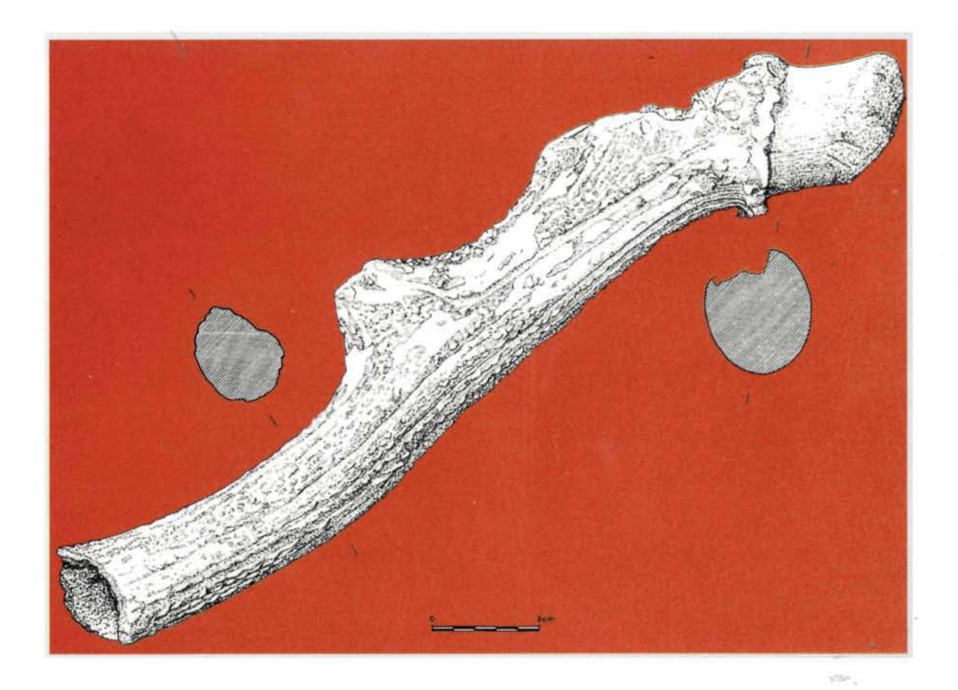
MINERÍA Y METALURGIA HISTÓRICAS EN EL SUDOESTE EUROPEO



Editores: Octavio Puche Riart
Mariano Ayarzagüena Sanz

Colaboradores: Fernando López Cidad
Luis Felipe Mazadiego Martínez
Luis Jordá Bordehore

Editan:







›laboran:



Instituto Geológico
y Minero de España



ILMO. AYUNTAMIENTO
DE CIEMPOZUELOS



Consejo Superior de Colegios
de Ingenieros de Minas

MINERÍA Y METALURGIA HISTÓRICAS EN EL SUDOESTE EUROPEO

Editan:





Colaboran:







MINERÍA Y METALURGIA HISTÓRICAS EN EL SUDOESTE EUROPEO

Editores: OCTAVIO PUCHE RIART y MARIANO AYARZAGÜENA SANZ.
Colaboradores: FERNANDO LÓPEZ CIDAD, LUIS FELIPE MAZADIEGO MARTÍNEZ y LUIS JORDÁ BORDEHORE.
Editan: SEDPGYM-SEHA
Colaboran: Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, Instituto Geológico y Minero de España, Excmo. Ayuntamiento de Ciempozuelos.

744 pp.
240x170 mm.
ISBN: 84-669-6114-1

Pie de foto de la portada: Percutor de asta de ciervo de la mina calcolítica del Milagro (Onís, Asturias). Museo Histórico Minero D. Felipe de Borbón y Grecia, Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid.

Ríos Rosas, 21 - 28003 Madrid
Web: http:\\www.sedpgym.org
ISBN: 84-669-6114-1
Depósito Legal: M-25884-2005

Imprime: Gráficas Chile, S.A.L. - C/ Chile, 27 - 28016 MADRID - e-mail: gchile@sistelcom.es

Presentación



Visita a las minas romanas de *lapis specularis* de la Cueva de la Mora guiadas por el arqueólogo Juan Carlos Guisado y miembros del colectivo Cien mil pasos alrededor de Segóbriga.

Del 5 al 7 de mayo de 2000 se celebró, en el Centro de Arqueología de Aviganya (Lérida/Lleida), el *I Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el Sudoeste Europeo*, con la participación de gran número de personas. A partir de dicho Congreso se creó una dinámica a favor de este tipo de estudios y en él se mostró la conveniencia de realizar posteriores congresos sobre Minería y Metalurgia históricas, para poner en evidencia nuevos descubrimientos y los trabajos específicos realizados sobre estos temas.

Entre el 23 y el 27 de junio de 2004, celebramos en la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid el segundo simposio, bajo el lema *Conservación del Patrimonio Minero-Metalúrgico.* También, como en el congreso anterior, hubo una gran participación, ya que se presentaron 12 ponencias, más de 70 comunicaciones y 7 posters, superándose netamente el centenar de asistentes.

Tras el simposio, aprovechamos la estancia en Madrid para visitar varios yacimientos arqueológico-mineros. Este es el caso de las salinas de Espartinas (Ciempozuelos, Madrid) explotadas desde el Neolítico Final, las recién descubiertas minas neolíticas de sílex de Casa Montero (Madrid) y las explotaciones romanas de *lapis specularis*, en Torrejoncillo del Rey (Cuenca). Esta última visita finalizó en un itinerario por las ruinas de la ciudad de Segóbriga.

Este Simposio ha sido organizado por la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM) y la Sociedad Española de Historia de la Arqueología (SEHA). Ha contado además con la colaboración de la Asociación Nacional de Ingenieros de Minas, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Excmo. Ayuntamiento de Ciempozuelos (Madrid), Sociedad Catalana de Arqueología (SCA), Dirección General de Patrimonio Histórico-Consejería de Cultura y Deportes de la Comunidad de Madrid, Parque Arqueológico de

Segóbriga, Centro de Interpretación de las minas romanas de *lapis specularis* de Osa de la Vega (Cuenca), Museo Histórico Minero D. Felipe de Borbón y Grecia de la Universidad Politécnica de Madrid, Museo Geominero del IGME, Museo do Instituto Geologico e Mineiro (Lisboa), Museo de Geología Valentí Masachs de la Universidad Politécnica de Cataluña, Museo Histórico Minero Francisco Pablo Holgado de la Universidad de Castilla-La Mancha, Asociación de Amigos de las Salinas de Interior, Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Comunidad de Madrid, Departamento de Engenharia de Minas y Facultade de Letras da Universidade do Porto, Departamento de Ingeniería Geológica de la Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Enginyería Minera y Recursos Naturales de la Universidad Politécnica de Cataluña, entre otros.

Consideramos que en este Congreso se han realizado importantes aportaciones al conocimiento y valoración de la Minería y Metalurgia históricas en el Sudoeste europeo, que podrán conocerse por el público a través de este libro. Sin duda esto ha llevado a que el Simposio pase a celebrarse de forma anual. El próximo evento se realizará en Oporto en junio de 2005.

Madrid, 27 de junio de 2004.

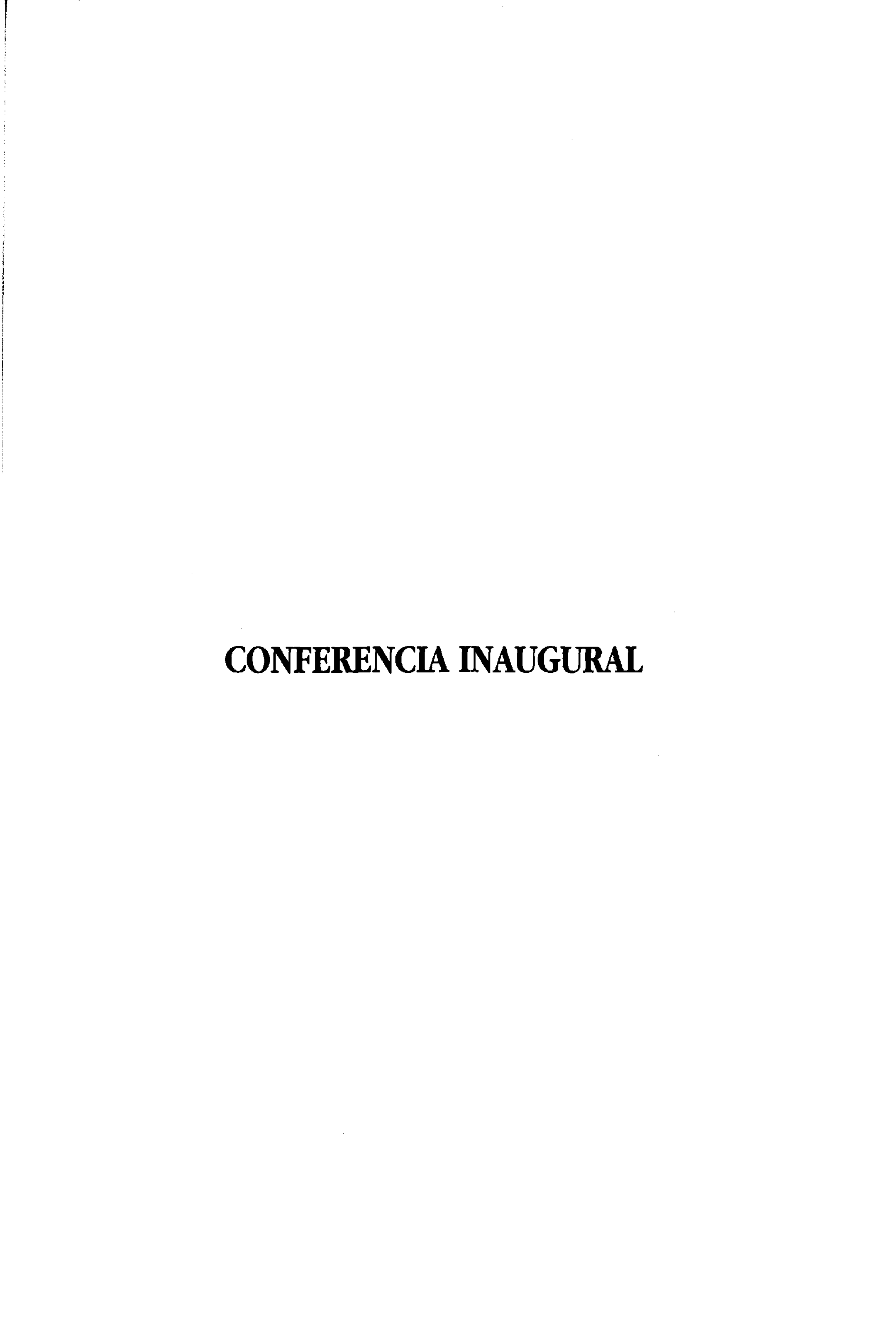
OCTAVIO PUCHE RIART y MARIANO AYARZAGÜENA SANZ

Índice

Páginas

ÁREA 3: MINERÍA Y METALURGIA EN LA ÉPOCA ROMANA.

ÁREA 4: MINERÍA Y METALURGIA EN LA EDAD MEDIA.



CONFERENCIA INAUGURAL

Poblamiento y minería, minería y transformación. Las cuestiones pendientes de la arqueología andalusí

Patrice Cressier
CNRS-UMR 5648.
cressier.patrice@yahoo.es

RESUMEN

En el marco de un simposio expresamente centrado en las cuestiones de minería y metalurgia -eso sí, en la larga duración-, esta ponencia pretende ofrecer la visión de un no especialista. Se trata de precisar, para una región peculiar de Europa occidental y en un momento concreto -lo que ha sido de hecho al-Andalus-, en qué medida el estudio de la minería y de la transformación metalúrgica nos permite profundizar en el conocimiento de la organización social y económica de las poblaciones concernidas. Conviene para ello establecer una lista de cuestiones "pendientes" que los historiadores no pueden resolver por si solos: minería y poblamiento; organización social de la explotación minera (problema de la propiedad, papel relativo del Estado y de las comunidades locales, estatuto de la mano de obra, etc.); variabilidad de los fenómenos así expuestos según los metales concernidos (plata *vs* hierro); integración de la producción en las redes comerciales norte-sur; condiciones técnicas de la transformación metalúrgica (tecnologías específicas, saltos tecnológicos, etc.); importancia relativa de la explotación de minerales no metálicos (por ejemplo alumbre o salitre); etc.

Palabras clave: al-Andalus, Edad Media, hierro, plata, poblamiento.

ABSTRACT

Within the framework of a symposium, specially focused on the subject of mining and metallurgy, this paper intends to offer the vision of a no specialist. The question is to treat, for a characteristic region of occidental Europe in a concret moment -i.e. al-Andalus- in which way the study of the mining and of the metallurgical transformation allow us to delve deeply into the knowledge of social and economical organisation of the concerned populations. For this, it is necessary to set up a list of "outstanding" questions, which the historians themselves can not resolve: mining and settlement; social organisation of mining explotation (problem of the ownership, relative role of the State and the local communities, statute of the workers, etc.); variability of these phenomenons according to each metal (silver vs *iron); integration of the production within the commercial southern-northern nets; technical conditions of the metallurgical transformation (specific technologies, technological changes, etc.); relative importance of the explotation of the no metallical ores (i.e. alum and saltpetre); etc.*

Key words: *al-Andalus, iron, Middle Ages, settlements, silver.*

Introducción

En el marco de un simposio expresamente centrado en las cuestiones de minería y metalurgia -eso sí, en la larga duración-, estas páginas pretenden ofrecer, paradojicamente la visión de un no especialista[1]. Se trata de precisar, para una región peculiar de Europa occidental y en un momento concreto -lo que ha sido de hecho al-Andalus-, en que medida el estudio de la minería y de la transformación metalúrgica nos permite profundizar en el conocimiento de

[1] Por tanto, no se ofrecerá aquí una bibliografía exhaustiva sobre la minería andalusí. Ver una buena aproximación a ésta, aunque centrada en los minerales preciosos (oro y plata), en la tesis de P. Grañeda Miñón (1999), cuya publicación es muy esperada.

la organización social y económica de las poblaciones concernidas. Conviene para ello establecer una lista de cuestiones «pendientes» difíciles de resolver desde la sola apoximación arqueológica o limitándose al análisis de las fuentes escritas: minería y poblamiento; organización social de la explotación minera (problema de la propiedad, papel relativo del Estado y de las comunidades locales, estatuto de la mano de obra, etc.); variabilidad de los fenómenos así expuestos según los metales concernidos (plata *vs* hierro); integración de la producción en las redes comerciales Norte-Sur; condiciones técnicas de la transformación metalúrgica (tecnologías específicas, saltos tecnológicos, etc.); importancia relativa de la explotación de minerales no metálicos (azufre, alumbre o salitre, entre muchos); etc.

La amnesia minera de al-Andalus ¿Mito o realidad?

¿Porqué constituye al-Andalus un campo interpretativo particularmente rico para quien se interesa en la historia de las prácticas y de las técnicas minero metalúrgicas?

Pues, ante todo porque al-Andalus no es, tal como muchos lo consideran todavía, España musulmana. Me explico: con él, no se pasa de un mundo hispano romano (o hispano visigodo) a un mundo «hispano musulmán», sino que su fundación introduce una fuerte solución de continuidad, tanto en el poblamiento mismo (con la llegada rápida de nuevos grupos humanos) como en las estructuras sociales imperantes. Una nueva sociedad con fuertes rasgos orientales se impone a otra, y esta imposición conlleva cambios drásticos en algunos ámbitos tales como el fiscal o el jurídico (clave respecto al tema hoy tratado), por no hablar del religioso. De la misma manera, las estructuras del Estado andalusí se mantendrán muy diferentes de las de los reinos cristianos contemporáneos: otras formas de concebir el poder, otras formas de redistribuir las riquezas, todos hechos relevantes en la discusión de hoy, pues no hay que olvidar que dependen de la minería tanto la acuñación de moneda como la fabricación de armamento de alta efectividad[2]...

Bien es cierto que la profunda remodelación social resultante no tiene por qué haber roto las cadenas de transmisión del saber científico y técnico y menos cuando, en su inmensa mayoría, la población autóctona iba asimilándose. Lo que sí pudo haber ocurrido en cambio es la adopción de nuevas prácticas artesanales o hábitos de consumo -o, al revés, su abandono- en relación con la génesis de una nueva identidad cultural. De hecho, en cuanto a pequeña metalurgia, algunos casos de evidente continuidad tecnológica de la época visigoda a la islámica han sido claramente documentados, por ejemplo en la provincia de Granada[3].

Por otra parte, la aparición de un Estado «oriental»[4] en el extremo Occidente, y su integración en el amplio territorio del *Dār al-Islām*, van a volver a colocar de pronto a la Península Ibérica en una doble encrucijada:

- Encrucijada Norte-Sur, entre Europa y África (tanto más en cuanto que el Magrib occidental constituirá a menudo con al-Andalus una sola entidad política): por al-Andalus van a poder fluir ahora la posible mano de obra esclava y sobre todo el «mítico» oro africano (o ya no tan mítico dado que los análisis de monedas parecen confirmar su presencia en las acuñaciones andalusíes[5]); en cambio, no podemos asegurar, en el estado actual de la investigación, que la plata marroquí -que tuvo un papel fundamental en la génesis de los primeros Estados idrisíes y pre-idrisíes de la zona- se importó en la Península en cantidad significativa;

[2] En estos aspectos -fundamentales, hay que insistir en ello- ha centrado A. Canto García su ponencia, «La minería en al-Andalus», en este mismo simposio. En ésta, pone en evidencia varias maneras de aproximarse indirectamente a la producción minera y metalúrgica. Recalca, por ejemplo, que una evaluación mínima de la producción anual de plata nos viene dada por el volúmen de acuñaciones correspondientes (o mejor dicho las variaciones de este mismo volúmen). En el campo de la producción de hierro y acero, apunta que va a ser el estudio analítico de las armas él que nos informara sobre el nivel tecnológico alcanzado (aunque desgraciadamente, el número de objetos fechados en la alta Edad media y disponible para este tipo de análisis, sea ínfimo); etc.

[3] Por ejemplo por Bertrand, Sánchez Viciana, Zubiaur Marcos 1996 o Bertrand, Sánchez Viciana en prensa.

[4] No utilizo el término «Estado oriental» en el sentido de K. Wittvogel (1957), equivalente a Estado despótico. Múltiples estudios han mostrado que esta última aceptación no tenía sentido para al-Andalus.

[5] Sobre este punto remito a la ponencia de A. Canto García en este mismo simposio. En algunos hallazgos de tesoros monetarios, la presencia de monedas fatimíes puede llegar a ser masiva.

- Encrucijada Este-Oeste, de Medio Oriente a Extremo Occidente: sabemos que la ciencia árabo musulmana ha permitido la conservación y posterior paso a Occidente del legado de Grecia pero la temprana y amplia apertura del mundo islámico hacia Oriente ha permitido también la llegada en masa de numerosas innovaciones técnicas, ora elaboradas en el ámbito mesopotámico y persa, ora procedentes de más al Este (en particular China). Son conocidos los progresos así registrados en el campo de la hidráulica (ante todo agrícola, progresos ligados a la verdadera revolución ocurrida después de la conquista con la introducción de nuevas especies vegetales y de nuevas prácticas) pero no hay duda de que el de la metalurgia debió conocer también algún tipo de renovación; pensemos sólo en las aleaciones o en la fabricación y el tratamiento del acero...

Uno puede preguntarse, dadas las condiciones obviamente propicias que existían en al-Andalus para un desarrollo fructífero de las actividades minero metalúrgicas, y dados los datos textuales disponibles y los escasos pero insistentes indicios arqueológicos, ¿cómo gran parte de la historiografía del siglo XX pudo obviar este hecho?, ¿porqué han sido tan escasos los investigadores en este campo? y ¿porqué han intervenido tan tarde?. La verdadera revelación de la existencia de la minería andalusí, equivalente a la romana en cuanto a su ambición y a su impacto, se debe en efecto a A. Carbonell Trillo-Figueroa[6] quien, a partir de los años veinte del siglo pasado y a contra corriente de la historiografía de su tiempo, demostró con pruebas textuales y materiales contundentes la importancia de la explotación andalusí de las minas de plata de la región cordobesa.

Ello no impide que, hasta una época reciente la minería andalusí haya sido sistematicamente despreciada en favor de la romana[7]. Aquí un ramillete de afirmaciones tajantes en este sentido, todas salvo la primera posteriores a la publicación del artículo de A. Carbonell Trillo-Figueroa[8]:

- «Suceden en el siglo VIII a los godos los sarracenos que fomentan la agricultura pero prestan escasa atención a las minas, empeñados como suelen estarlo en continuas guerras con los cristianos y entre sí»[9];
- «Despues, con la invasión de los bárbaros y la dominación árabe quedó parada la minería»[10];
- «Cuando las minas de España cuya fama se comentaba en todo el mundo entonces conocido, pasaron a manos de los árabes, bajó su rendimiento en cobre, plomo y otros metales. Su civilización era de oasis; se comprende un emir jugando con el agua, creando huertos y estimulando el estudio de los astros porque al fin y al cabo, formaban parte del jardín de sus alcázares; pero es más difícil imaginarle al lado de un ferrón»[11].

Admiramos, de paso, el tópico de los musulmanes luchando entre sí sin cesar (como si el mundo medieval cristiano se hubiera señalado por su unión pacífica) o el del emir jugando con agua en su jardín, anejo a las necesidades económicas de su Estado...

Nadie escapa y hasta los mejores investigadores han caido en esta subestimación del hecho minero andalusí:

- «Apart from the mercury mine in Almaden, there is a little evidency of this during the arab occupation»[12];
- «Au temps de la domination arabe, les mines d'Espagne ne semblent pas avoir fait l'objet d'une intense exploitation»[13].

¿Cómo se había podido pensar que la época andalusí había correspondido a un olvido, incluso parcial, de las

[6] Carbonell [Trillo-Figueroa] 1929.
[7] En el resúmen de su comunicación en este mismo simposio, «El beneficio de los minerales de Río Tinto durante el período de los asentistas (1725-1783)», M. Ortiz Mateo escribe: «Paralizadas las minas en el año 425 en época del emperador Honorio, siguen XIII siglos de inactividad hasta que son rehabilitadas [...] en 1725»; afirmación tanto más curiosa en cuanto que en el recien publicado catálogo *Fondos arqueológicos del Museo histórico-minero D. Felipe de Borbón y Grecia* (Madrid, 2003), 4 de los 49 objetos procedentes de la Península (es decir el 8%) son candiles andalusíes hallados en las minas de Río Tinto...
[8] P. Grañeda Miñón ofrece un muestrario mucho más amplio en su tesis (Grañeda Miñón 1999, p. 17-21).
[9] Madariaga 1917, p. 17.
[10] Comba Sigüenza 1943, p. 44.
[11] Calvo 1964, p. 51.
[12] Tylecote 1976, p. 76.
[13] Domergue 1990, p. 29.

actividades minero metalúrgicas? cuando, en las obras de los geógrafos, historiadores o cronistas árabes, abundan las referencias a la producción minera[14]: oro (*ḏahab/tibr*) en los ríos Segre, Tajo y Darro, así como en las minas de Hornachuelos de Córdoba y puntos indeterminados de Granada; plata (*fiḍḍa*) en Hornachuelos de Córdoba, así como en yacimientos de Sevilla, Granada, Almería y Murcia; cobre (*nuḥās*) en Granada, Almería y Montes de Toledo; plomo (*raṣāṣ*) en Ilbīra y Tudmīr (es decir Granada y Murcia); antimonio o galena (*kuḥl*) en Baza y Bellmunt de Ciurana (Tortosa); hierro (*ḥādid*) en Constantina del Hierro (Sevilla), Alquife (Guadix, Granada), Onda (Castellón), Almería, Montes de Toledo y Huesca; mercurio (*zi'baq*) y cinabrio (*zunŷufūr/zinŷafr*) en Almaden y Ovejo (Córdoba), Paterna (Granada)[15]; y óxido de cinc (atutía: *tūtiya, tūtiyā*) cerca de Salobreña[16] y en los Montes de Córdoba[17]; por no hablar de los minerales no metálicos cono el azufre (*al-kibrīt*) en Sierra Morena, Benamaurel de Baza y Hellín (Albacete); etc.

Vemos, con esta lista no exhaustiva, que si bien el conjunto del territorio de al-Andalus (con la excepción relativa de gran parte del Garb -actual Portugal-) está concernida por la minería, se produce un cierto deslizamiento de la actividad hacia el Sureste respecto a la situación en época romana, adquiriendo ahora un mayor protagonismo Andalucía oriental y la región murciana.

Con sólo consultar a al-'Uḏrī saldríamos de dudas respecto al peso económico de estas numerosísimas minas medievales: nos asegura este autor, oriundo de la zona considerada y por tanto buen conocedor de ella, que 'Abd al-Raḥmān II de Córdoba (a mediados del s. IX pues) recibía de Ilbīra (región de Granada y Almería) «109 603 dinares en peso, 1 000 *riṭl* de seda, 1 000 *riṭl* de alazor y, procedente de las minas 42 000 dinares, y procedentes de los molinos 1 000 dinares y 1 200 *qiṣt* de aceite»[18]. Obviamente, por las proporciones relativas, se trata de ingresos de primerísimo orden para las arcas del Estado...

Al leer estas fuentes, parece que casi todo el amplio territorio andalusí había sido prospectado y explotado. No obstante, la observación arqueológica muestra que, detrás de estas citas, generalmente escuetas, suele esconderse una realidad más compleja y sobre todo una actividad más intensa todavía.

Así, cuando se menciona, sin más precisión, el cobre o el plomo de Almería, se trata de hecho de varios yacimientos alejados unos de otros[19]: en el valle del Almanzora, en la Sierra de Alhamilla y en los confines con Murcia para el primer mineral, en la Sierra Alhamilla y la Sierra de Gador para el segundo...

Regiones respecto a las que las fuentes son prácticamente mudas (Extremadura o Teruel, por ejemplo) han conocido también una importante minería del hierro, llegando en algunos casos ésta a dejar su impronta en la distribución del poblamiento (tal como lo veremos más adelante).

Hay que tener mucho cuidado, por último, en no proyectar de forma sistemática sobre el mapa de explotación minera medieval los datos recogidos para la época romana ni tampoco los relativos a la situación actual: si la explotación andalusí de las minas de Río Tinto en Huelva parece confirmada por la arqueología[20], no hay que olvidar que se ha podido probar que las actividades de transformación metalúrgica realizadas en aquel momento en la isla de Saltes (desembocadura del río Odiel) se abastecía en mineral de yacimientos menores y de características geológicas muy distintas[21], mientras que las fuentes árabes no mencionan más a Río Tinto que por la explotación de aceche o caparrosa (*zāŷ*) y de jeve o alumbre (*šabb, šabūb*), productos de amplísimo uso en la tintorería y la medicina...

[14] Sigo aquí al inventario de J. Vallvé Bermejo (1980), a quien remito para las referencias a los autores árabes.

[15] Ni esta mina ni el topónimo han sido localizados con seguridad todavía.

[16] Esta mina, que planteaba muchos problemas de localización, puede haber sido identificada cerca de Motril (Granada); ver la comunicación de J.M. Martín Civantos, «El cerro del Toro y la minería de la Kūra de Ilbīra», en este mismo volumen de actas.

[17] Encontramos confirmación de la importancia de los yacimientos de cinc de la Sierra Morena en la comunicación de J.L. Hernando Fernández, «Explotación de cinc en Sierra Morena central. Córdoba (1860-1921)», en este mismo simposio.

[18] Al-'Udrī, trad. E. Molina López (1972, p. 68).

[19] Ver Cressier 1998.

[20] Así en el Cerro Salomón. Ver Aguilera Collado, Iglesias García 1996 o Pérez Macías 1999.

[21] Bazzana, Trauth en prensa.

Para concluir sobre este primer punto, al-Andalus nos aparece como un país de minería y no conoció, salvo quizá para el oro, el bache en la explotación de minerales que ha querido ver la historiografía tradicional. Eso si, tal como lo vamos a ver, su estructura política y social peculiar llevó en varios aspectos (tecnológicos, gestión del patrimonio minero, etc.) a elecciones distintas de lo que habían sido las del mundo romano[22].

Ochenta años después de la advertencia de A. Carbonell Trillo-Figueroa, si por fin se ha dejado de atribuir a *priori* todo trabajo minero antiguo a los romanos, la distancia entre una arqueología minera ibero-romana -que constituye casi una disciplina por si misma- y la arqueología minera andalusí -todavía incipiente- es inmensa. Sin embargo, las perspectivas son esperanzadoras; es cierto que no existe todavía equivalente a la obra de Cl. Domergue[23] o a la del equipo de J. Sánchez-Palencia[24] (citadas aquí respectivamente, más allá de su gran interés científico intrínseco, una por su carácter enciclopédico y la otra por su impacto patrimonial a escala europea), pero algunas regiones han visto investigadores aislados o equipos constituidos interesarse con éxito en la minero metalurgia medieval islámica con presupuestos metodológicos novedosos (así en Huelva, en Granada o en Teruel)[25] mientras que P. Grañeda Miñón ha realizado un trabajo excepcional sobre la minería de plata de Córdoba, trabajo éste desgraciadamente inédito todavía[26].

De la propiedad de las minas y del papel del Estado

La propiedad de las minas es una de las cuestiones pendientes evocadas en el prefacio de esta intervención. Tendremos que preguntarnos cuales son los factores de diversidad en las formas adoptadas por esta propiedad (variaciones geográficas, estructura de la sociedad que desarrolla estas actividades -por ejemplo influencia de la organización tribal en el Magrib-, naturaleza del mineral, características morfológicas de las vetas y por tanto acceso al mineral, etc.).

Hay que distinguir primero entre minas visibles y explotables sin obra particular, y minas ocultas y que, por tanto, necesitan una inversión mayor para su explotación, e incluso una infraestructura específica[27].

El derecho islámico considera las primeras como «*rikaz*» (tesoros ocultados antes del Islam) y por tanto no pueden ser propiedad de nadie en particular, sino que constituyen un bien común a la disposición de todos.

La situación de las segundas es más compleja dado que depende si se trata de tierras de capitulación o de tierras de conquista; en el primer caso aquellas minas siguen siendo propiedad de los tributarios (aunque la cuestión se complica si éstos acaban convirtiéndose al Islam); en el segundo pertenecen a la comunidad musulmana.

Esta propiedad común recae legalmente en el *imām* de la comunidad quien, en el interés de los musulmanes, puede confiar la gestión de la mina a un comisionado o arrendador. Esta cesión puede ser gratuita o no, y en todo caso es temporal (puede ser revocada y, por supuesto, la anula la muerte del arrendador). Tal como lo podemos constatar a través de compendios de *fatwā*-s, el arrendamiento se puede hacer también a favor de una verdadera asocia-

[22] Intentamos hace unos años indagar en las especificidades de la minería andalusí en un seminario común Casa de Velázquez-Universidad Autóma de Madrid, coordinado por A. Canto, S. Martínez Lillo y yo mismo: *Mines et métallurgie en al-Andalus et au Maghreb Occidental: exploitation et peuplement,* (Madrid, 21-22 février 2000), cuyas actas están todavía en prensa.

[23] Domergue 1987 et 1990.

[24] Ver una bibliografía básica de las investigaciones sobre Las Médulas en la ponencia de J. Sánchez-Palencia, «La minería y la integración de la Península Ibérica en el mundo romano», en este mismo volúmen de actas.

[25] Pienso en particular en las investigaciones de A. Pérez Macias, M. Bertrand o J. Ortega Ortega, y sus respectivos grupos de investigación.

[26] Grañeda Miñón 1999.

[27] Ver, sobre este aspecto, B. Rosenberger (1970b, pp. 67-68).

ción de individuos, lo que permite una repartición más fácil de asumir por cada uno de ellos, de los gastos, de los riesgos y de los beneficios[28].

La fiscalidad también varía: sobre las minas consideradas como *rikaz*, se paga el quinto, sobre las rentas de las más profundas se paga la *zakāt*. Esta diferencia ha podido llevar a soluciones complejas para aumentar la rentabilidad del arrendamiento. Así, en Zgundar (actual Marruecos central) es el sultán almohade mismo quien ha provisto a la mina de plata (una de las mayores del país) de un sistema de desagüe basado en norias de sangre[29]. Una vez instalada esta infraestructura y por la mayor accesibilidad así conseguida, la mina profunda se puede asimilar a una mina superficial ¡y por tanto se levanta el quinto y no la *zakāt*, lo que genera unas ganancias bastante mayores para el sultán!

Hay que hacer hincapié, no obstante, en el hecho de que las reglas que acabo de exponer no son válidas más que para las minas de oro o de plata. En la práctica, en efecto, las minas de otros minerales (cobre, plomo, hierro, etc.) se asimilan a *rizak* cual sean su accesibilidad, morfología y situación topográfica. Su explotación está autorizada a todo individuo o grupo emprendedor toda vez que se pague el impuesto (en este caso el quinto).

En el Magrib medieval y moderno estos grupos se confunden en gran parte, por supuesto, con las tribus, no siempre fieles al sultán (tanto más en cuanto que las minas suelen localizarse en zonas montañosas menos fáciles de controlar para el poder político). En al-Andalus, estos grupos debían ser las propias comunidades campesinas de las que, en algunas ocasiones, nos podemos preguntar si su organización respondía o no a un tipo similar de estructura social.

Fiscalidad y propiedad plantean, tal como acabamos de ver, la cuestión del papel del Estado islámico (actor directo o indirecto o simple incentivo, pero siempre beneficiado a través del impuesto) en el desarrollo de la economía minera.

Ahora, ¿cómo podemos, desde una perspectiva arqueológica y frente a la escasez de fuentes escritas, percibir la implicación de este Estado en los asentamientos mineros que tenemos la oportunidad de estudiar?

Fuera de la posible mayor amplitud de los trabajos realizados, son pocos los indicios de la presencia estatal pero ni siquiera puede ser esta mayor amplitud un argumento definitivo, dado que la inversión necesaria puede ser también el resultado de la intervención de un potente particular. Así nos lo muestra al-Qazwīnī: «Se comenta que aquellos trabajos de extracción no convienen más que a quien dispone de grandes capitales, a millares. El arrendador se instala en la entrada de una excavación, alquila los servicios de técnicos y de peones quienes sacan la arcilla [el mineral] y la lavan delante de él [...]. En algunos casos, el producto resultante compensa varias veces los gastos, en otros no lo hace. Ello depende de la actividad de quien está explotando [la mina]. Sólo Dios permite el éxito de las empresas de sus criaturas»[30].

Otro posible indicio de la intervención del Estado es la existencia de fortificaciones asociadas a las grandes explotaciones y destinadas a su defensa y al control del flujo comercial inducido. En el Magrib al-Aqṣā, dos casos nos han sido transmitidos por las fuentes escritas, ambos para la época almohade -momento, bien es cierto, en el que se refuerza la intervención del aparato estatal en los más varios ámbitos de la sociedad-. La ciudad asociada a la gran mina de plata de Ŷabal Awām, primero, fue dotada de una muralla por el tesorero del califa ʿAbd al-Muʾmin[31]. La segunda noticia es la de la construcción por el sultán, en 1182, de una fortaleza en Zgundar para que episodios tal como el de su conquista y apropiación por la tribu de los Ayt Wāgazgīt no vuelvan a repetirse[32]. En la Península

[28] Sobre las *fatwā*-s, ver Lagardère 1995 (y más concretamente VI, 181, p. 415). Los formularios de actas notariales que hemos consultado, recopilados por Ibn al-ʿAṭṭār, sólo se refieren a salinas (Chalmeta, Marugán 2000, modelo 67, pp. 352-353). A. Echevarría Arsuaga, en su comunicación, «La propiedad de los yacimientos mineros andalusíes en el siglo XII», leída en este mismo simposio, nos brinda unas interesantes reflexiones sobre este tipo de fuentes escritas.

[29] Colin 1954, p. 230.

[30] *Ibid.*

[31] J.L. l'Africain 1956, I, p. 166.

[32] *Al-Bayān*: Huici Miranda 1953, I, p. 47.

Ibérica, P. Grañeda Miñón ha mostrado como las fortificaciones califales -omeyas en este caso- controlaban el espacio que rodea las grandes minas de plata de Córdoba[33].

No obstante, la presencia de fortificaciones no es siempre prueba determinente de la presencia o del interés del Estado. En la Almería islámica por ejemplo, no parecen existir lazos claros entre minas y fortificación y cuando los hay, se trata de la superposición de las actividades mineras sobre una estructuración del espacio que obedece a otras finalidades (la defensa de territorios agrícolas por lo general)[34]. Mientras que, en Teruel, las torres que dominan los despoblados «mineros» inventariados parecen asimilarse a torres de alquerías, es decir son la emanación de las necesidades defensivas de las propias problaciones locales y no los puestos de control establecidos por el poder[35].

Una vez más salta a la vista la diferencia entre minas de minerales preciosos (en los ejemplos escogidos la plata) y las de otros minerales, menos valiosos. Sólo se implica directamente el Estado en las explotaciones y/o el control de las primeras. Las otras están dejadas a la iniciativa local, al igual que su protección.

Ordenación del territorio y minas, poblamiento y mano de obra

Hasta ahora, nunca hemos localizado verdaderos pueblos mineros medievales como los que se han documentado en Europa del Norte (vease el caso bien conocido de Brandes-en-Oisan en los Alpes franceses[36]). Según acabamos de ver, en algunas zonas tales como Andalucía oriental, donde el motor principal de la economía es la agricultura de regadío, la existencia de minas en los intersticios de las redes de *qariya*-s (alquerías) y *ḥuṣūn* (fortalezas) no influye en la red misma. El hábitat en sí nunca se superpone a las minas salvo en contadas excepciones (Tíjola, en el Valle del Almanzora por ejemplo) en las que no parece que la mina haya sido el causante de esta situación sino otro factor más potente (el acceso al agua). De hecho, el regadío introduce una mayor rigidez de la ordenación del paisaje.

En otras zonas donde no existe esta rigidez, podemos constatar un mayor acercamiento del hábitat a las minas. Así en Teruel donde pequeñas aldeas, algunas provistas de una torre defensiva y de refugio, parecen estar más estrechamente ligada a la explotación de yacimientos superficiales de hierro[37].

Si nos preguntamos, entonces, si la presencia de minas puede dar pié a esquemas de poblamiento propios y si existen poblados de mineros en sentido estricto, la respuesta es ambigua, en gran parte por falta de información arqueológica sistematizada. En todo caso, salvo para las minas de excepcional entidad no parece que la ordenación del espacio y la distribución del poblamiento hayan dependido exclusivamente de esta actividad.

Esta relación espacial débil entre explotación minera de tamaño modesto o mediano y núcleo de hábitat deja entender que no solía existir mano de obra especializada y que, entonces, eran los habitantes de las alquerías vecinas (nunca muy alejadas, hay que subrayarlo) quienes hacían de mineros. ¿Era sólo parte de los habitantes que trabajaban todo el año, o eran todos los habitantes una parte del año?. Observaciones etnológicas para la época subactual dejan a entender que la segunda hipótesis está mejor fundada y que el trabajo minero, vivido como complementario, se amoldaba a las obligaciones de las faenas agrícolas. De hecho, tal ritmo estacional era el que se seguía, todavía en el siglo XIX, en las sierras de Andalucía Oriental (Alpujarras, etc.)[38], o en Marruecos hasta hace poco.

Tendríamos pues poblaciones rurales que, de forma discontinua pero periódica, explotaban sus propios recursos mineros de forma artesanal, explotación que incluía no sólo la extracción sino también las primeras fases, por lo

[33] Grañeda Miñón 1999, p. 724.
[34] Cressier 1998.
[35] Ortega Ortega en prensa.
[36] Bailly-Maître, Bruno Dupraz 1994.
[37] Ortega Ortega en prensa.
[38] Sánchez Picón 1983, p. 38: «es muy frecuente [en 1851] en Sierra de Gador [Almería] el pasar a las minas cuando se concluye la recolección de las cosechas, permaneciendo por lo tanto muchos meses en las primeras».

menos, de la fundición y transformación. Queda mucho que aprender sobre la cadena operatoria seguida y los lugares en los que se practicaba cada operación. Una cosa es segura: para el hierro tales operaciones podían llevarse a cabo en el entorno mismo del hábitat. Leo el Africano, a principios del s. XVI, nos descubre las prácticas de los Banū Sa'īd en las sierras del Rif: «Se saca de la tierra una gran cantidad de hierro. La población no paga ningún impuesto y cada uno de los maestros mineros tiene su casa cerca de la mina con su ganado y su taller donde afina el hierro. Los comerciantes transportan este hierro a Fez en lingotes pues los mineros no saben transformarlo en barras. Lo que no se vende sirve para fabricar [herramientas agrícolas] y también armas para estos campesinos dado que no se puede sacar acero de este hierro»[39].

Existen casos, no obstante, en los que tenemos constancia de mano de obra especializada. Así en Zgundar donde hemos visto que el arrendador alquila los servicios de técnicos (*ṣunnā'*) y de peones (*'amala*)[40].

Más compleja todavía es la organización del trabajo en la gran mina de mercurio y cinabrio de Abāl a una jornada de Córdoba, en la que, según al-Idrīsī (s. XII), «la explotación se hace por medio de más de mil obreros; algunos de los cuales descienden a los pozos y trabajan en arrancar el mineral; otros están empleados en el transporte de la leña necesaria para la combustión del mineral; otros en la fabricación de vasijas y otros, por último, en el servicio de los hornos donde se funde y donde se sublima el mercurio. Yo mismo he visitado estas minas y he sabido que su profundidad, a partir del suelo hasta el punto más bajo, es de más de doscientas cincuenta brazas»[41].

Que sepa, no existen referencias textuales explícitas a esclavos. De hecho y para volver a Zgundar, en el s. XIII, al-Qazwīnī nos precisa la naturaleza de parte de la mano de obra «no especializada» y es por lo menos curiosa: «es una costumbre de los habitantes de esta ciudad que todo individuo criminal o cargado de deudas quien entra en estas excavaciones sea exento de ser perseguido hasta que vuelva a salir. Hay, en el interior de estas minas subterráneas, zocos y viviendas. Puede ocurrir que el que teme ser perseguido se quede a trabajar durante mucho tiempo, dado que puede comprar allí lo que necesita para vivir; no sale hasta que Díos haya arreglado sus asuntos»[42].

Vemos, pues, que ha podido coexistir en el tiempo todo un abanico de situaciones laborales, desde la del campesino-minero cuya tarea se inscribía en las actividades colectivas de su grupo (social, tribal) hasta el «obrero especializado» (¿y por tanto asalariado?) o el individuo marginado cuya vulnerabilidad penal hacía de el una especie de «obrero-rehén». Una vez más, también, vuelve a dibujarse claramente la fuerte oposición entre la gestión de las grandes minas de minerales preciosos (entre los que figura aquí el mercurio) y las minas locales de minerales «segundarios» o más abundantes (el hierro).

Técnicas mineras, técnicas de transformación

Se necesitaría más espacio para desarrollar en profundidad la cuestión de las técnicas mineras (prospección, extracción, etc.) y de transformación en cuya supuesta decadencia se apoyaban los partidarios de un al-Andalus sin minería. Respecto a las primeras, sólo quiero decir que el conjunto de las técnicas atestiguadas en época romana lo está también en la medieval aunque con lógicas variaciones en el dominio de éstas según el tipo de minas y, seguramente, de categoría de mano de obra encargada de ellas. La predominancia de explotaciones de pequeño o muy pequeño tamaño (en relación con el de las comunidades que los gestionan), que se acompaña de una clara preferencia para filones facilmente accesibles -por rafas más que por galerías-, debe interpretarse por lo que es (una elec-

[39] J. L. l'Africain 1956, t. I, p. 293. Ver también Rosenberger (1970b, p. 93).
[40] Colin 1954, p. 230.
[41] Al-Idrīsī 1974, p. 206.
[42] Al-Qazwīnī, trad. G. S. Colin 1954, p. 230.

ción resultado de un cierto tipo de organización social y por tanto de gestión del espacio y de los recursos naturales) y no por lo que no es (una incapacidad técnica).

En cuanto al utillaje, no aparenta haber sufrido una verdadera evolución técnica pero reune una vez más todas las formas nacidas bastante antes: picos, punterolas, masas y cuños de metal[43], cubos de cuero o de madera, cestas de esparto, etc. Pero el campo en el que han sido particularmente expertos los mineros andalusíes ha sido el del desagüe de las galerías (un problema grave y reiterativo). Si la bomba de pistones ideada por al-Ŷazarī[44] (al igual que las mascarillas de ventilación de los hermanos Banū Mūsā, para bombear aire fresco[45]) deben haberse quedado como curiosidades de gabinete, las norias de sangre[46], las norias verticales y los tornillos de Arquimedes (todas ellas máquinas efectivamente halladas en galerías de minas y atribuidas por sistema a los Romanos) han mantenido el nivel técnico de la Antigüedad.

Sería muy ilustrativo, en todo caso, el realizar un inventario exhaustivo de las herramientas mineras andalusíes halladas hasta hoy (inventario completado por sus equivalentes magrebíes) para obtener una imagen de conjunto de este bagaje tecnólogico andalusí.

La gran asignatura pendiente de la arqueología minera andalusí es, en cambio, la cuestión de la transformación del mineral. No voy a extenderme en ello, entre otras razones por mi falta de conocimientos en este campo particular.

Las informaciones textuales al respecto son escasísimas y hace falta multiplicar y sistematizar las excavaciones de talleres, con la dificultad añadida de que todo parece indicar que aquellos trabajos eran realizados en fases distintas y posiblemente en lugares distintos. Se puede recordar, por ejemplo, el caso de Saltes (Huelva) donde se había considerado hasta ahora como escorias lo que, en realidad, era el resultado de un primer trabajo de reducción del metal, material que llegaba a la isla desde los mismos yacimientos para su tratamiento final[47].

En su tesis, P. Grañeda Miñón ha intentado un primer balance de los datos disponibles relativos al trabajo de la plata[48], pero casi todo ignoramos de la transformación del cobre o del hierro. Lo único que podemos sospechar es que continuidades y rupturas debieron coexistir y que no podemos considerar sin más que lo que se sabe al respecto de la metalurgia romana es totalmente válido para la andalusí.

Entre las peculiaridades de esta última que, en parte -y en parte sólo-, se pueden achacar al hecho cultural, está la ausencia casi total del bronce, siendo fabricados en latón todos los objetos tradicionalmente considerados como «bronces» por los historiadores de arte; ello implica un buen conocimiento de la metalurgia del cinc[49]. Otra, entre muchas, sería -y con ella llegamos al último eslabón de la cadena operativa del hierro- el «acero indio» (*ḥadīd hindī, fūlāḏ*) del que sabemos que (a pesar de su nombre) se fabricó muy pronto en talleres sevillanos, por fundiciones sucesivas en crisoles, en presencia de reactivos. Este acero desempeñó un papel particularmente importante para la fabricación de las armas del ejercito califal[50].

Con este caso del «acero indio» (el *alfinde* castellano) entendemos mejor porqué el Estado no está presente en la minas de hierro como lo está en las minas de plata: en el hierro, por lo menos cuando se trata de producción de alta calidad, lo que importa es la fase final de transformación, fase al fin y al cabo más facilmente controlable en los talleres urbanos mismos, a los que ha llegado un metal que ha sido objeto de un tratamiento previo.

43 Hallazgos en la ciudad minera de Vascos (Toledo) dejan entender que se siguen utilizando picos de piedra de tipología antigua: Izquierdo Benito 1979, p. 391 lám. XXI-2.

44 Ver al-Ŷazarī 1974, fig. 139; también Hill 1992.

45 Ver Banū Mūsā 1979, fig. 99.

46 La presencia y datación de estas norias están aseguradas por los numerosos fragmentos de arcaduces o cangilones cuya morfología medieval no ofrece duda.

47 Bazzana, Trauth en prensa.

48 Grañeda Miñón 1999, pp. 151-187.

49 El porqué no se explotaron los yacimientos de estaño existentes en la Península sigue sin explicarse simplemente.

50 Sobre los testimonios de la presencia y de la fabricación de este tipo de acero en al-Andalus, ver Karlsson Dinnetz 2001.

A modo de conclusión

En el momento de concluir estas breves observaciones sobre la minería andalusí, sólo quería hacer hincapié en algunos pocos puntos:

- Primero, y a nivel metodológico, apuntar que nuestros esfuerzos para reconstruir lo que ha sido la minerometalurgia andalusí sufren de una complementaridad sólo parcial entre fuentes escritas y datos arqueológicos: hoy en día urge generalizar la aproximación arqueológica (incluida la arqueología experimental) para llegar a una confrontación equilibrada entre ambos conjuntos de datos.
- Segundo, subrayar que al-Andalus también había basado parte de su economía, de su potencia y de su prestigio en su minería y que estos siglos VIII-XV no han sido para nada la época de decadencia técnica que, demasiado a menudo, se nos quiere mostrar.
- Tercero, recordar hasta que punto la minería depende de la estructura social en la que se desarrolla, siendo al-Andalus un caso paradigmático.
- Resaltar también que, por estas particularidades mismas, al-Andalus permite plantear muchas preguntas sobre la minería antigua y medieval cristiana en términos distintos de los hasta ahora planteados[51]. Similares criterios de análisis deberían aplicarse, pues, a aquellos otros momentos supuestamente mejor conocidos de la producción minera peninsular.
- Por último, quería llamar la atención sobre la urgencia en realizar investigaciones de fondo sobre la transformación metalúrgica respecto a la que seguimos tan vergonzosamente ignorantes.

Bibliografía

- **L'Africain, J.L. (1956):** *Description de l'Afrique*, trad A. Épaulard, París.
- **Aguilera Collado, E. e Iglesias García, L. (1996):** «Minería medieval en la franja pirítica de Huelva: el caso del Cerro Salomón», *Actas de la primeras jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular*, León, pp. 123-133.
- **Bailly-Maître, M.-Ch. y Bruno Dupraz, J. (1994):** *Brandes-en-Oisan. La mine d'argent des Dauphins (XIIe-XIVe s.). Isère*, Lyon.
- **Banū Mūsā (1979):** *The book of ingenious devices (Kitāb al-Ḥiyal)*, trad. D. R. Hill, Dordrecht.
- **Bazzana, A. y Trauth, N.** (en prensa): «Minéralurgie et métallurgie à Saltés et dans son arrière-pays (Huelva): les technologies médiévales à la lumière des fouilles de la ville islamique», *Mines et métallurgie en al-Andalus et au Maghreb Occidental: exploitation et peuplement*, Madrid, 21-22 février 2000.
- **Bertrand, M., Sánchez Viciana, J.R. y Zubiaur Marcos, J.E. (1996):** «Mines et métallurgie médiévales de la Sierra Nevada (région de Guadix, prov. de Grenade). Premières données», *Actas de la primeras jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular*, León, pp. 180-197.
- **Bertrand, M. y Sánchez Viciana, J.** (en prensa): «Production de fer et peuplement de la région de Guadix (Grenade) au cours de l'Antiquité tardive et du Haut Moyen Âge», *Mines et métallurgie en al-Andalus et au Maghreb Occidental: exploitation et peuplement*, Madrid, 21-22 février 2000.
- **Calvo, F.A. (1964):** *La España de los metales. Notas para una historia*, Madrid.
- **Carbonell [Trillo-Figueroa], A. (1929):** *La mina y la metalurgia entre los Musulmanes en España*, Madrid.
- **Colin, G.S. (1954):** «L'exploitation de la mine d'argent de Zgounder (Siroua) au XIIIe s.», *Hespéris*, XLI, pp. 229-230.
- **Comba Sigüenza, A. (1943):** «El plomo en España», *Minería y Metalurgia*, III, 23, pp. 43-52.
- **Cressier, P. (1998):** «Observaciones sobre fortificación y minería en la Almería islámica», *Castillos y territorios en al-Andalus*, A. Malpica Cuello ed., Granada, pp. 470-496.

[51] Para la minería moderna, la abundancia de fuentes escritas y de archivos obliga a considerar las cosas de manera muy diferente.

- **Domergue, Cl. (1987):** *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Casa de Velázquez, Madrid.
- **Domergue, Cl. (1990):** *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*, C.E.F.R. 127, Roma.
- **Grañeda Miñon, P. (1999):** *La explotación andalusí de los metales preciosos. El caso de la plata de Córdoba*, Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- **Hill, D.R. (1992):** «Tecnología andalusí», en J. Vernet Gines y J. Samsó dirs., *El legado científico andalusí*, Madrid, pp. 22-28.
- **Huici Miranda, A. (1953):** *Colección de crónicas de la Reconquista*, vol. II, *Al-Bayān al-Mugrib fi Ijtiṣār ajbār* Muluk *al-Andalus wa al-Magrib* **por** *Ibn 'Iḏārī al-Marrakūšī, Los Almohades*, t. I (trad. española), Tetuán.
- **Ibn al-'Aṭṭār (2001):** *Formulario notarial y judicial andalusí*, est. et trad. P. Chalmeta y M. Marugán, Madrid.
- **Ibn 'Iḏārī (1953)** ver Huici Miranda (1953)
- **Al-Idrīsī (1974):** *Geografía de España*, prólogo A. Ubieto, ed. R. Dozy y M. G. Goeje, A. Blázquez, trad. E. Saavedra, A. Blázquez, Valencia.
- **Izquierdo Benito, R. (1979):** «Excavaciones en la ciudad hispano-musulmana de Vascos (Navalmoralejo, Toledo). Campañas 1975-1978», *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 7, pp. 247-392.
- **Al-Ŷazarī (1974):** *The book of knowledge of ingenious mechanical devices (Kitāb fi Ma'rifat al-Ḥiyal al-Handasiyya)*, trad. D. R. Hill, Dordrecht.
- **Karlsson Dinnetz, M. (2001):** «Literary evidence for crucible steel in medieval Spain», *Historical Metallurgy*, 35 (2), pp. 74-80.
- **Lagardère, V. (1995):** *Histoire et société en Occident musulman au Moyen Âge. Analyse du* Mi'yār *d'al-Wanšarīsī*, Madrid.
- **Madariaga, J.Mª de (1917):** «Pasado, presente y porvenir de la minería española», *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, I (1), pp. 1-40.
- **Molina López, E. (1972):** «La Cora de Tudmīr según al-'Uḏrī (s. XI). Aportaciones al estudio geográfico-descriptivo del SE peninsular», *Cuadernos de Estudios del Islam*, monográfico, Granada.
- **Ortega Ortega, J.A.** (en prensa): «Consideraciones sobre la explotación del hierro en Sierra Menera (Teruel) durante la época andalusí», *Mines et métallurgie en al-Andalus et au Maghreb Occidental: exploitation et peuplement*, Madrid, 21-22 février 2000.
- **Al-Qazwīnī** ver Colin 1954.
- **Pérez Macías, J.A. (1999):** «Cerro de Salomón y la minería hispano-musulmana en el Garb al-Andalus», *Arqueologia medieval*, 6, pp. 19-37.
- **Rosenberger, B. (1970a et 1970b):** «Les vieilles exploitations minières et les anciens centres métallurgiques du Maroc: essai de carte historique», *Revue de Géographie du Maroc*, 17, pp. 71-108 et 18, pp. 59-102.
- **Sánchez Picón, A. (1983):** *La minería del Levante almeriense. 1838-1930. Especulación, industrialización y colonización económica*, Almería.
- **Tylecote, R.F. (1976):** *A history of metalurgy*, Londres.
- **Al-'Uḏrī** ver Molina López (1972).
- **Vallvé Bermejo, J. (1980):** «La industria en al-Andalus», *Al-Qantara*, **I**, pp. 209-241.
- **Wittvogel, K. (1957):** *Oriental despotism*, New Haven.

ÁREA 1:
MINERÍA Y METALURGIA EN LA PREHISTORIA

Minas y filones: Introducción histórica al origen del aprovechamiento mineral en la Prehistoria

Jesús Jiménez Guijarro*
*Sociedad Española de Historia de la Arqueología - Dpto. Prehistoria. Universidad Complutense de Madrid.
jimenezucm@terra.es

RESUMEN

Una gran parte de los materiales prehistóricos hallados en los yacimientos arqueológicos son de origen mineral. Desde las etapas más lejanas de la Prehistoria el ser humano ha empleado cuantos elementos podía transformar para convertirlos en un útil funcional o en un adorno.

A través de un detenido análisis histórico del proceso de obtención y aprovechamiento de los recursos minerales durante la Prehistoria se puede llegar a interesantes conclusiones acerca de los modos diferenciales en los que el ser humano se acercó a estos productos.

Hay evidencias de un proceso en cierto modo evolutivo dentro del proceso de explotación minera que resulta acorde con el proceso de cambios culturales y de paulatino crecimiento de la complejidad.

Es a través de nuestra ponencia que trataremos de acercarles a ese proceso de complejidad creciente en el que se pasa del aprovechamiento puntual, casi episódico de los filones al verdadero beneficio de complejos mineros.

Palabras clave: Edad del Bronce, Minería del sílex, Minería prehistórica, Neolítico, sistemas de explotación minera.

ABSTRACT

A great part of remains founded in archaeological sites have been a mineral origin. Since the most distant phases of prehistoric times, the human have employed as many elements as they could transform to become an functional tools or decorative remain. Through a historical analysis about mineral resources mining and use during the Prehistory we can arrive to some interesting interpretations about the differential ways in which the cultural groups approached to these products.

There are many evidences of an evolutional process in mining exploitation. Its turns out to be harmonious with cultural changes and the gradual complexity growth too.

Key words: *Bronze Age, Flint sources, mining uses, Neolithic, Prehistoric mining.*

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de las materias primas con fines funcionales y ornamentales nos marca una línea de investigación que habla a favor de un concepto dinámico y continuo de los desarrollos históricos y que, por sí misma, viene a resaltar, de un modo más preciso, los momentos de ruptura e innovación que durante éstos se produce. Es por ello que nuestro trabajo excederá el marco rígido de la división artificiosa de la Prehistoria en dos momentos: antiguo y reciente merced a la difusa línea que marcó, en el concepto childeano del término, la generalización del uso de los metales.

Si hiciésemos caso a esa arbitraria división estaríamos aceptando y perpetuando el erróneo modelo de trabajo en el cual el conocimiento de la obtención y transformación del metal implicó el paulatino desuso de la piedra. Esos tipos de pensamientos son los que han provocado errores a la hora de señalar el momento álgido de la explotación y consumo de la piedra, sea ésta el sílex o cualquier otra. En contra de lo pensado, como veremos en este trabajo, el momento álgido de la explotación del sílex, de la variscita y de otros elementos pétreos, así como su máxima difusión a través de redes de comercio se asocia al desarrollo del Calcolítico y la Edad del Bronce. Tan sólo a partir de ese mundo Homérico que la Iliada nos muestra cargado de simbolismos referentes al metal y que la Historia ha sabido centrar en el Bronce Final será cuando la piedra entre en franca competencia con el metal. Unos cientos de años después, con la generalización de un metal más abundante y práctico, el hierro, la piedra dejará de ser empleada en la confección de útiles siendo entonces casi totalmente sustituida por el metal.

En contra de lo pensado y de lo que algunos han hecho trascender, en fechas recientes, a la prensa y a la opinión pública basándose en su propia ignorancia y en un desmedido afán de protagonismo, el número de explotaciones mineras prehistóricas de sílex conocidas en Europa e incluso en España es elevado (Fig. 1). Basta sencillamente para comprobarlo realizar una somera aproximación a la abundante bibliografía que sin duda estos arqueólogos desconocen (Barber *et alii*, 1999; Delage, 2003; Pelegrin y Richard, 1995; Ramos Millán *et alii*, 1991).

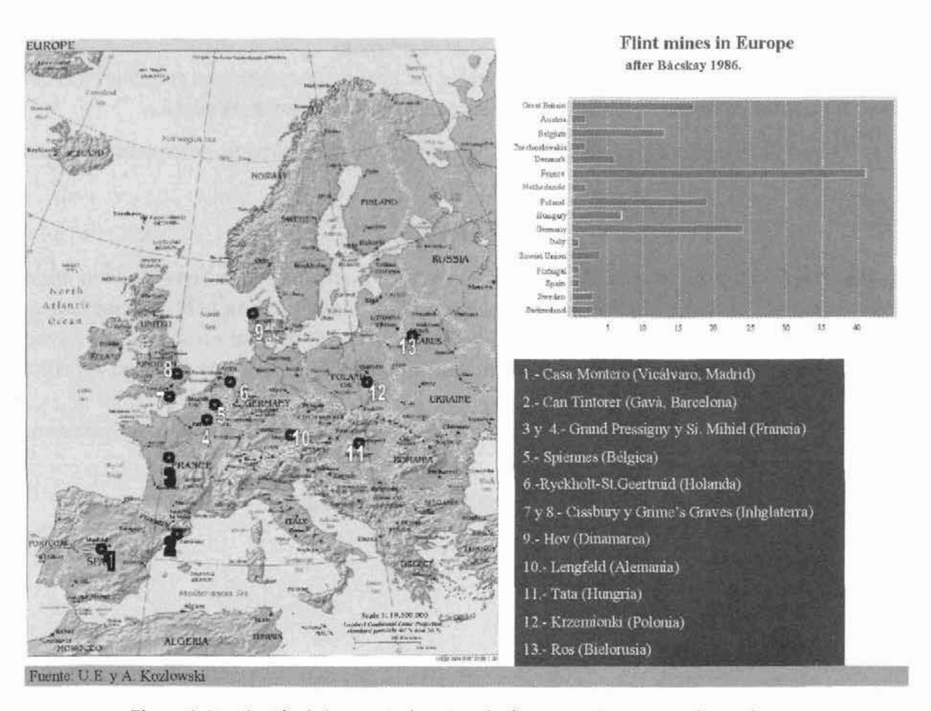


Figura 1. Distribución de las principales minas de sílex y variscita mencionadas en el texto.

LOS ORÍGENES DEL APROVECHAMIENTO MINERAL

Si atendemos al desarrollo histórico como hilo argumental de esta exposición no podremos dejar de advertir la

existencia de una cierta evolución en el proceso de adquisición, aprovechamiento y transformación del mineral con fines utilitarios u ornamentales.

En las etapas iniciales de la Prehistoria y hasta etapas avanzadas de ésta, esto es, entre el Paleolítico Inferior y el Neolítico las fuentes de materia mineral aprovechadas eran un tanto reducidas, destacando, por encima de todos el empleo el sílex, la cuarcita, el cuarzo y los derivados de las rocas silíceas para la elaboración de útiles tallados (Terradas Batlle, 1998 a, 1998 b). En algunos lugares se explotaron otros minerales exóticos -como la obsidiana- que, con el paso del tiempo se convirtieron en elementos de cierto valor entre algunas poblaciones prehistóricas, no ya por su funcionalidad, sino por su mera posesión.

Será precisamente el estudio de las fuentes de origen y de la distribución de la obsidiana a inicios de los años 70 del pasado siglo, el germen de los estudios petrológicos de caracterización y de los primeros intentos de aproximarse a las redes de distribución prehistóricas. Antes, no obstante, se habían hecho algunos intentos similares con otros materiales como el sílex, si bien en la práctica totalidad de las ocasiones las caracterizaciones se realizaron *de visu* y tenían por tanto un valor poco menos que aproximativo.

Desde nuestro punto de vista podemos advertir dos grandes modos de obtención de la materia prima mineral; sistemas estos diferenciados pero no discriminantes que en cierto modo presentan un claro componente cronológico y cultural.

El primero de ellos, denominado **APROVECHAMIENTO PUNTUAL O RECOLECCIÓN** se caracteriza por la búsqueda superficial de los minerales, bien en sus zonas de origen o en muchas ocasiones en las terrazas de los ríos que los han arrastrado. Es el sistema más sencillo y común aunque requiere, como es obvio, un cierto conocimiento empírico que permita la distinción de las diferentes materias primas en estado bruto. El concepto básico asociado a este sistema de explotación estriba en localizar y explotar la fuente necesaria para cubrir las necesidades del grupo (Cupillard y Richard, 1991).

El segundo sistema, que podemos denominar **PROSPECTIVO O MINERO** en el sentido amplio de la palabra se circunscribe a la obtención de la materia mineral acudiendo de forma directa al filón o vena y procurando su explotación íntegra, generalmente asociada a la generación de un excedente; esto es, se obtiene más mineral del que precisa el grupo. Sin duda este modo de explotación presenta una mayor complejidad que el anterior, aún cuando ambos estén unidos en su origen. También podemos observar dentro de este sistema una cierta evolución -una vez más de complejidad creciente- que nos permite diferenciar entre varios tipos de explotación.

Dentro del primer sistema, en un primer estadio situaríamos la **explotación de filones a cielo abierto**. Un proceso deductivo debió conducir a los grupos humanos hasta las fuentes materiales originales. Este sistema se fundamenta en la localización de un área de concentración de la materia prima en torno a la cual se desarrolla un proceso de aprovechamiento directo. En el caso del sílex -como hemos podido comprobar gracias a nuestros estudios en Madrid y Castilla La Mancha-, a veces la explotación prehistórica se ciñe exclusivamente al aprovechamiento de grandes bloques desprendidos o de venas localizadas en cortados verticales abiertos por los cursos de los ríos. Otras veces el aprovechamiento se realiza en el interior de cavidades, como es el caso de la Galería del Sílex (Burgos) explotada durante el Neolítico de forma puntual o la galería de los rinocerontes de Rouffignac (Francia), explotada de forma puntual durante el Paleolítico Superior.

Dentro del segundo sistema, en un estadio algo más avanzado de la obtención de recursos, los grupos humanos, con el conocimiento experimental adquirido por la secular explotación de los filones verticales a cielo abierto realizaron pequeñas cubetas o pozos, de profundidad nunca superior a la altura de un hombre y amplio diámetro -superior a veces a los 15 metros- conocidas como *borrow shafts*, destinadas a la búsqueda de un nuevo afloramiento del filón, bien se encuentre este oculto o bien esté agotado en superficie (Borkowski, 1995 a).

Un paso más en esta búsqueda del mineral lo constituye la excavación de pozos horizontales -a modo de pequeñas grutas artificiales- destinados al aprovechamiento de la veta detectada en la explotación a cielo abierto en su totalidad. Cuando el venero se agota la cavidad se abandona o se rellena de sedimento.

Entre los sistemas más avanzados se encuentran la confección de pozos profundos -en ocasiones de más de una decena de metros- y en el momento más avanzado de este sistema la excavación de ramales subterráneos a modo de galerías simples o complejas. La mayor parte de las explotaciones mineras conocidas en Europa señalan una cronología propia del Neolítico Final y el Calcolítico para este tipo de explotaciones.

En ocasiones es normal encontrar en un yacimiento minero prehistórico evidencias de los diferentes tipos de explotación, y aún cuando a menudo resulta difícil de demostrar, es posible que el aprovechamiento del mineral siguiese una pauta crono-evolutiva lógica:

Búsqueda puntual en las proximidades de la veta-explotación en perfiles verticales a cielo abierto-excavación de pequeñas fosas y covachas-excavación de fosos profundos y sistemas de galerías.

En definitiva este sistema lógico descansa sobre la ley del mínimo esfuerzo, tan del gusto del ser humano, e implica un aprovechamiento gradual de la materia prima aplicando sistemas más complejos cuanto más se complica la posibilidad de extracción, menor cantidad de veta explotable queda accesible o mayor cantidad de materia prima se precisa.

Este sistema también será diferente según las materias a aprovechar o la cantidad de materia prima puesta en circulación o demandada. Así, para el sílex y rocas silíceas estratificadas, el cuarzo, la variscita, tal vez la obsidiana, el azabache y los carbones fósiles en general y el metal este será el sistema más empleado. Mientras, para otros elementos como la cuarcita y sobre todo las rocas destinadas a la fabricación de hachas, cinceles, azuelas y pulimentos en general -como la sillimanita, la diabasa, el gabro, el lamprófido, el basalto etc.- o los granitos y areniscas destinados a la confección de elementos alisadores y de molturación, el sistema básico de aprovechamiento sería el primero señalado, esto es, la recolección sistemática pero puntual o de superficie.

El por qué de cada uno de estos aprovechamientos tendrá su explicación y sus evidentes consecuencias dentro de la esfera del desarrollo e interrelación de los grupos humanos prehistóricos.

ELEMENTOS PARA APROVECHAR Y ELEMENTOS APROVECHADOS

Si bien el conjunto de elementos minerales que ofrecen posibilidades de explotación es amplio, por su repercusión en el ámbito de la Prehistoria podemos acotar el conjunto de materiales aprovechados en varias categorías (Tabla 1).

Una primera aproximación a las materias empleadas en un territorio prehistórico, o como unidad básica menor en un yacimiento arqueológico, debe ser realizada desde el punto de vista de la caracterización geológica del entorno más o menos inmediato de ese yacimiento o territorio. Sin duda las materias primas más empleadas serán aquellas que ofrezcan una mejor relación entre los parámetros de abundancia y facilidad de obtención.

A lo largo de la Prehistoria existieron territorios deficitarios en materias primas, en especial sílex o las rocas destinadas a la talla, lo que convertiría a sus pobladores en directos demandantes y consumidores de rocas alóctonas, bien por consecución directa a través de exploraciones a territorios vecinos, bien por intercambio.

Sobre la antigüedad del proceso minero -en el sentido de la concurrencia de técnicas complejas de extracción del mineral- hay aún hoy en día cierta controversia. No hay duda de que los primeros minerales aprovechados a gran escala fueron los de origen silíceo y muy especialmente el sílex. Éste, debido a su facilidad de trabajo y versatilidad para convertirlo en un elemento funcional, así como su dureza, se convirtió en el elemento fundamental y universal para la obtención de útiles desde los momentos iniciales de la Prehistoria. Sin embargo la explotación de este tipo de recursos durante el Paleolítico y los inicios del Neolítico, al menos en la Península Ibérica parece haber estado ligado a un sistema de aprovechamiento recolector o puntual.

Algunas investigaciones recientes basadas en el estudio del isótopo ^{10}Be parecen señalar la posibilidad de que el

TIPO ROCA/MINERAL	USO	CRONOLOGÍA (genérica)	OBTENCIÓN
Sílex	Talla	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1-2
Cuarzo	Talla	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1
Cristal de roca	Talla	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1
Cuarcita	Talla	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1
Obsidiana	Talla	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1-2
Caliza	Talla, adorno	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1
Pizarra	Talla, adorno	Paleolítico-E. Bronce	SISTEMA 1
Ofita	Pulimento	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Sillimanita	Pulimento	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Diabasa	Pulimento	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Lamprófido/Pórfido	Pulimento	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Basalto	Pulimento	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Granito	Pulimento,molturación	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Arenisca	Pulimento,molturación	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1
Variscita/Fosfatos alumínicos	Adorno	Neolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1-2
Lignito-azabache	Adorno	Paleolítico Sup-Calcolítico	SISTEMA 1-2
Cobre	Armas y útiles-adorno	Calcolítico-Edad Bronce	SISTEMA 1-2
Oro	Adorno	Calcolítico-Edad Hierro	SISTEMA 1
Plata	Adorno	Calcolítico-Edad Hierro	SISTEMA 1-2
Arcilla	Útiles (cerámica)-adorno	Neolítico-Edad Hierro	SISTEMA 1
Pirita	Piedra chispa (fuego)	Neolítico-Edad Hierro	SISTEMA 1

Tabla 1. Principales materias de origen mineral empleados durante la Prehistoria.

aprovechamiento de mineral subterráneo se hubiese originado durante el Paleolítico Medio (Barkai *et alii*, 2002). Sin embargo los problemas que aún plantea el uso de elementos isotópicos como trazadores y lo reducido del muestreo obligan a ser prudentes.

No hay duda sin embargo para admitir que durante las etapas avanzadas del Paleolítico Superior y las iniciales del Neolítico se recurrió en numerosos lugares al aprovechamiento a cielo abierto de grandes afloramientos de sílex. Incluso la técnica de obtención de la materia silícea mediante la excavación de los *borrow shafts* o pozos madriguera a los que antes nos referimos desarrollada durante gran parte del Neolítico, debió derivar en paisajes mineros fuertemente antropizados aún cuando la técnica puesta en marcha fuese básica y rudimentaria.A este tipo de explotaciones parecen corresponder las fechas más antiguas obtenidas en diversas minas europeas como las de Krzemionki, cuya primera explotación mediante este sistema rudimentario se fecha entre el 3900 y el 3400 a.C (Babel,1990) o las de Antonshöhe, fechadas en torno al 3000 a.C. (Ruttkay, 1980).

Para un momento cronológica y culturalmente más avanzado la existencia de minas y explotaciones de sílex en nuestro país y en Europa, en contra de lo que el desconocimiento de algunos ha hecho trascender, es más que notable.Tan sólo en Europa hay casi un centenar de yacimientos considerados mineros que tengan trazas de explotación prehistórica (Bácskay, 1990) la mayor parte de ellas con sistemas complejos de explotación datados en torno al 2900-2300 a.C.

En el caso de los yacimientos paleolíticos y neolíticos que hemos tenido la oportunidad de estudiar en la Meseta española y especialmente en los cursos inferiores de los ríos Manzanares y Jarama existe un hecho común relacionado con la concentración de hallazgos -en el caso de los yacimientos paleolíticos- y hábitats -en el caso de los neolíticos- en aquellas zonas en las que el sílex aflora en superficie de forma natural, bien por aparecer en crestones verticales cortados -caso del Cerro de Almodóvar y de Los Ángeles-, o bien por formar parte de las capas superiores del terreno.

En este sentido, para toda la cuenca de Tajo han sido decisivos los trabajos de Fernández Navarro, Galván y Amorós y especialmente Bustillo Revuelta (1976). Esta última investigadora señaló las diferentes zonas de captación de materias primas silíceas y realizó un interesante conjunto de columnas litoestratigráficas que nos han permitido alcanzar las conclusiones referentes a la relación existente entre yacimiento neolíticos y áreas de presencia natural de sílex.

Algunos arqueólogos han realizado aproximaciones a la procedencia de los sílex mediante el recurso a un criterio como es el del color. No hay duda de que este puede ser un primer paso para dirimir la procedencia -local o alóctona- de ciertos materiales. Sin embargo, nuestros trabajos de campo y las observaciones de los ingenieros de minas y geólogos nos han llevado a comprobar lo inverosímil de esta perspectiva.

Sobre la técnica desarrollada es evidente que se puede decir poco. La extracción puede consistir en algo tan sencillo como ir recogiendo a lo largo de un valle fluvial, a veces en el sector inmediato al hábitat, los nódulos dispersos de material silíceo.

Si atendemos de forma breve a las columnas litológicas obtenidas por Bustillo Revuelta a lo largo de la Cuenca del Tajo (Fig. 2) a las que antes aludimos, comprendemos rápidamente el por qué de la notable presencia de talleres líticos de superficie en torno a determinadas áreas del Sur de Madrid y Norte de Toledo. Así, en Brea de Tajo, Orusco, Paracuellos, Parla, Torrejón de Velasco, Esquivias, Magán-Añover, Barcience, Huecas, Rielves, Vargas o Yuncliyos, las masas silíceas afloran en superficie lo que facilita su obtención y talla de forma inmediata dando lugar a lo que se ha venido en denominar "talleres al aire libre". Sin duda si se realizasen programas de investigación en estas zonas, al excavar, se advertiría la presencia de afloramientos naturales e incluso la localización de masas de sílex obtenidas mediante el vaciado de fosas destinadas a su uso como silos, basureros, etc.

Tenemos un elemento cronológico de interés que, pese a su obtención por métodos deductivos puede estar denunciando la existencia, durante un notable lapso de tiempo, de sistemas básicos de obtención del mineral. Así, es norma común en los yacimientos de cronologías Paleolíticas y Neolíticas -al menos en sus fases iniciales- obser-

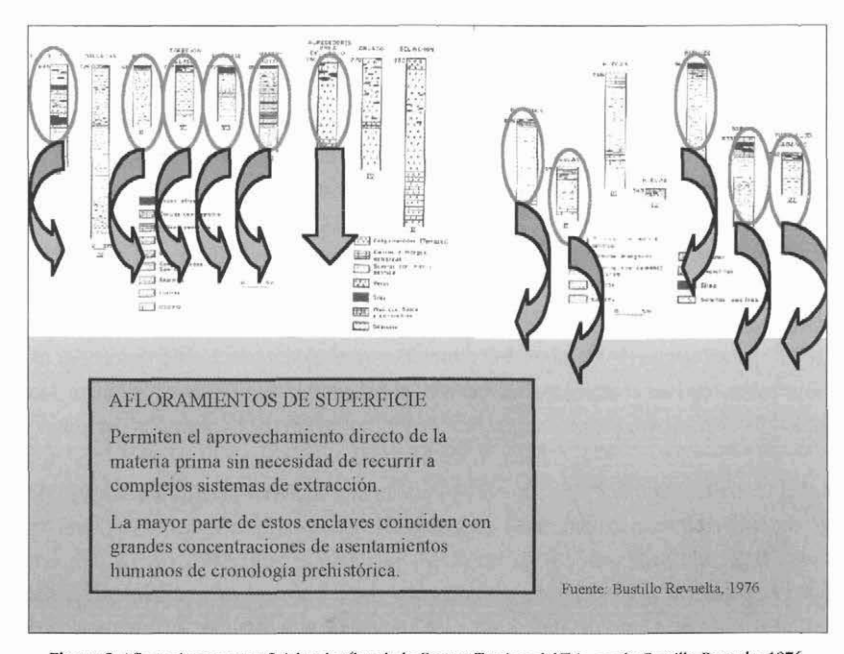


Figura 2. Afloramientos superficiales de sílex de la Cuenca Terciara del Tajo, según Bustillo Revuelta 1976.

var la concurrencia de varias materias primas en los registros (sílex, cuarzo y cuarcita principalmente) siendo predominante la primera de ellas.

Al analizar de forma global el material arqueológico procedente de los diferentes niveles excavados observamos que si algo define estos contextos es la notable diversidad de los sílex, no sólo atendiendo al criterio del color que antes denostamos, sino también a sus características texturales y de composición. Pero aún hay más, cuando este análisis se centra en los restos de núcleos observamos que en más del 90% de los casos en los que se observa presencia de córtex éste denota que se trata de elementos nodulares con evidencias de exposición prolongada a la intemperie y rodamiento fluvial; esto es, que se trata de elementos obtenidos mediante un sistema de recolección puntual.

Tampoco es menos llamativo el hecho de que en algunos yacimientos arqueológicos correspondientes a las etapas iniciales del Neolítico hemos documentado una elevada tasa de reutilización de útiles Paleolíticos con restos de potentes pátinas y rodamiento que, sin duda, fueron tomados como nódulos y recuperados como tales.

Hace unos meses nos sorprendimos ante la noticia del descubrimiento de una espectacular explotación de sílex en Madrid -el yacimiento de Casa Montero- de la que se ofrecía una cronología principalmente neolítica. Quiero llamar la atención sobre dos extremos que, para entender esta explotación en su correcto contexto, no pueden perderse de vista.

En primer lugar se trata de una explotación minera compleja que se inscribe en el marco inmediato de un notable conjunto de yacimientos neolíticos que hemos tenido la oportunidad de estudiar en nuestra Tesis Doctoral y con motivo del desarrollo del Proyecto de Investigación sobre Poblamiento Neolítico y Megalitismo en la Comunidad de Madrid y entre cuyos implementos líticos y núcleos no se documenta casi nunca el sílex recuperado en este yacimiento.

Esto nos lleva a plantear el interrogante de ¿si se realiza una explotación minera a gran escala -hablamos de más de 2000 pozos- no será con una finalidad comercial o de intercambio de material?. La respuesta ha de ser positiva pues dada la modesta densidad de yacimientos neolíticos del área madrileña y aledaños, que además se localizan en áreas de captación inmediata de recursos líticos es impensable imaginar un consumo desaforado de un sílex que no cuenta con un mercado demandante. Esto es, ni hay un número potencial de consumidores ni una demanda de producto puesto que la práctica totalidad de los yacimientos neolíticos, como señalamos, se asientan en las áreas precisamente de afloramiento de sílex o de abundancia de nódulos arrastrados.

Además, en Casa Montero, en la misma explotación, se ubica un núcleo de habitación correspondiente a las etapas iniciales y medias de la Edad del Bronce, momento en el que aún cuando el sílex ha perdido parte de su importancia como elemento de prestigio, sigue siendo el material más empleado en la elaboración de útiles -hoces, cuchillos, flechas- de uso cotidiano. Por otra parte los materiales cerámicos de indudable factura neolítica recuperados son demasiado escasos para asegurar categóricamente la explotación minera del lugar en ese momento. Por otra parte es en el Calcolítico y la Edad del Bronce -con numerosísimos yacimientos próximos a las minas de Casa Montero- y lo que es más importante, con una explosión demográfica demostrada en la primera colonización de las tierras serranas -deficitarias en recursos líticos de talla- cuando se atestigua la existencia de sílex alóctonos de buena calidad e incluso la existencia de grandes cantidades de sílex que denuncian una misma procedencia y que hablan a favor de la existencia de complejos mineros encargados de la obtención y distribución de este sílex. Sirva como ejemplo la localización en la Cueva de los Enebralejos (Prádena, Segovia), en contextos del Calcolítico-Bronce de material silíceo procedente de las explotaciones del Tajuña y Manzanares.

Por otra parte los aún no muy numerosos ejemplos ibéricos son contundentes. No existen, hasta la fecha, indicios de una explotación minera compleja anterior a las fases más avanzadas del Neolítico. Así, el caso que veremos más adelante de las minas de varicista de Gavá (Edo *et alii,* 1990) cuya máxima actividad se inscribe en un momento avanzado de la Cultura de los Sepulcros de Fosa -propia del Neolítico Medio- y también se atribuyen cronologías avanzadas para los complejos de extracción de variscita del sinforme de San Vítero en Zamora.

Por lo que respecta a los yacimientos mineros más destacados de Europa no parece ser hasta etapas avanzadas del Neolítico cuando se explotan de forma compleja. Así ocurre al menos en las minas de radiolarita vienesas de Antonshöhe, en las Belgas de Spiennes (Hubert, 1988) o en el complejo alemán de Rijckholt-St. Geertruid (Felder, 1997), en las inglesas de Findon, Beer y Grimes Graves (Barber *et alii*, 1999), en las suizas de Pleigne, en las polacas de Tüzköveshegy y Krzemionki (Zalewski, 1990, 1995; Salacínski, 1990; Borkowski, 1995 b) y francesas de Fampoux, Plancher-les-Mines (Jeudy *et alii*, 1995), Hallencourt (Fabre, 2001) y Jablines (Laporte, 1997). En todas ellas los orígenes de la explotación compleja nunca se han asociado a restos más antiguos de este momento avanzado del Neolítico.

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN COMPLEJOS

En el conjunto de sistemas de explotación complejos podemos diferenciar tres modos de obtención del mineral, todos ellos asociados a la práctica de excavaciones de mayor o menor profundidad (Fig. 3).

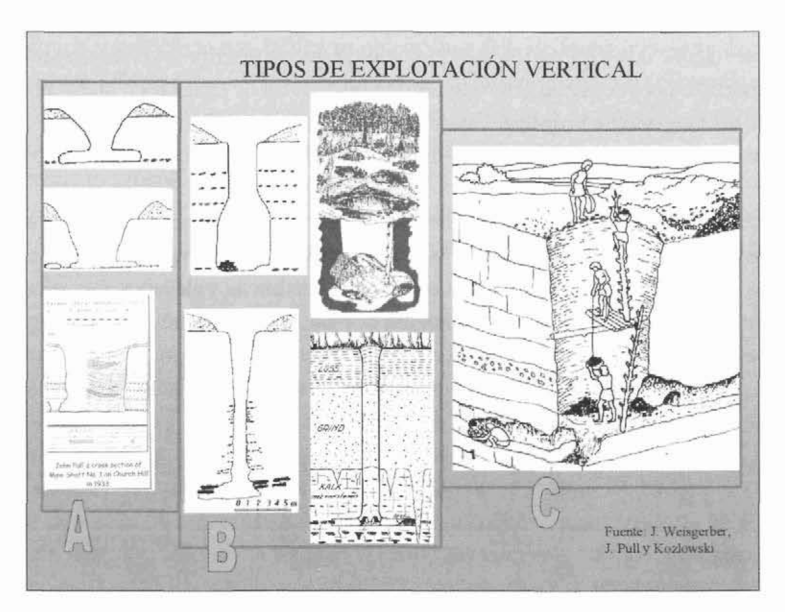


Figura 3. Tipología de las explotaciones mineras complejas.

En todas estas explotaciones mineras el modo de organización es muy similar. Por lo general se trata de lugares en los que el aprovechamiento del sílex ha seguido el curso evolutivo en el que se ha explotado un afloramiento superficial de roca silícea. Una vez agotado se realizaron pozos de pequeñas dimensiones destinados al seguimiento de la veta y al aprovechamiento máximo del filón (Grupo A). Este mecanismo, y la creciente demanda de materia prima, obligó a veces a realizar excavaciones más profundas (Grupo B) y a desarrollar sistemas de explotación más complejos mediante el uso de galerías radiales, en forma de estrella, etc (Grupo C).

Un ejemplo claro de esta evolución en la explotación del sílex lo encontramos en las minas del Bosque de Krumlovian, en la región de Moravia, en la República Checa, en explotación desde el Neolítico hasta la Edad del

Bronce. Aquí, en las etapas iniciales de la explotación minera la extracción se realizaba mediante la ejecución de amplias depresiones circulares o elípticas de entre 5 y 15 metros de diámetro y una profundidad nunca superior al metro y medio -los antes mencionados *borrow shafts*-. Esta explotación minera resulta importante porque los datos obtenidos en las excavaciones realizadas desde 1995 demuestran que la labor desarrollada durante el Neolítico fue escasa, creciendo en importancia durante el Calcolítico y sobre todo durante la Edad del Bronce, dentro del horizonte cultural denominado Unetice. Es en este momento en el que las minas se realizan mediante pozos de varios metros de profundidad (en ocasiones más de 7 metros) destinados a la obtención, incomprensiblemente, de un sílex de muy escasa calidad. Una situación similar encontramos en numerosas explotaciones mineras de Europa donde la máxima explotación se produce en la Edad del Bronce, como en el complejo polaco de Cmielów (Balcer, 1995; Lech y Lech, 1997).

Algo similar podemos advertir en las interesantes minas inglesas de Grime's Graves, donde la práctica totalidad de la extracción minera de sílex se sitúa en el III milenio a.C. y se asocia a la excavación de pozos verticales profundos y estrechos.

En un momento sincrónico a la explotación compleja de los núcleos ricos en afloramientos de sílex se generaliza la extracción de otros minerales -especialmente la variscita- con una finalidad ya ornamental. Los más destacados yacimientos de obtención de este mineral son las minas de Gavá (Fig. 4) y los complejos mineros zamoranos y portugueses del sinforme de San Vítero. En las primeras el sistema de explotación empleado es el mismo que el usado en las explotaciones complejas de sílex.

Una vez más la cronología nos sitúa en momentos avanzados del Neolítico para el inicio de la explotación y sobre todo en el Calcolítico y Bronce Antiguo para la explotación de mayor envergadura.

En estos sistemas complejos, como se pone de manifiesto en Gavá o en las minas de Krzemionki es necesario poner en práctica sistemas más desarrollados destinados a la obtención del mineral. Así se realizan galerías con sustentación natural de las techumbres mediante el recurso a grandes pilastras de roca caja (Fig. 5), se acondicionan sistemas de ventilación basados en la situación de varios fuegos en la boca del pozo y a lo largo de las galerías para

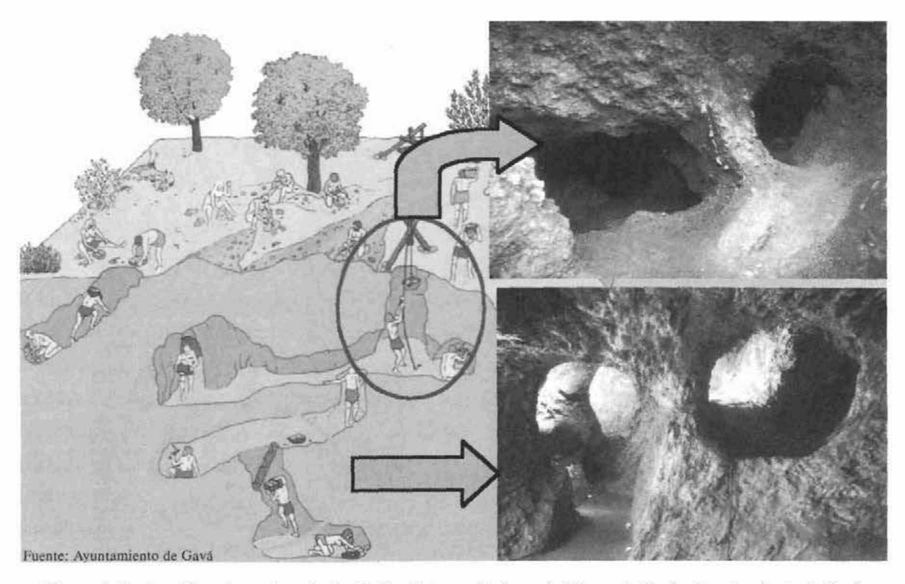


Figura 4. Explotación minera de variscita de Can Tintorer, Gavà, según Museu de Gavà y Ayuntamiento de Gavà.

facilitar la corriente de aire y evitar el empobrecimiento y viciado de la atmósfera subterránea y se desarrolla un no muy diversificado pero sí más complejo conjunto de herramientas de minero entre las que destacan picos realizados sobre asta de cérvido, cinceles, espátulas y punzones de hueso, mazos de piedra y pequeñas azuelas (Fig. 6) empleados en la excavación de la roca caja y en la fractura de la materia en bruto.

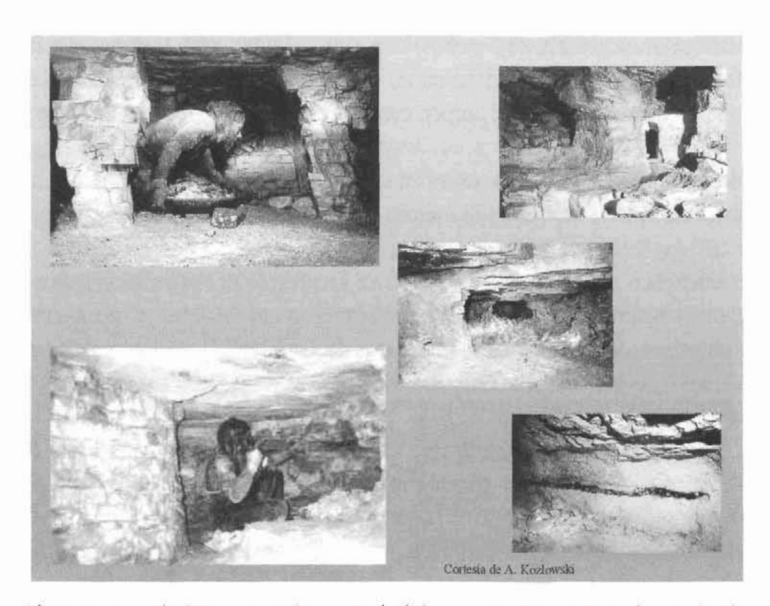


Figura 5. Recreación de los sistemas de explotación de las minas de Krezemionki, según A. Kozlowski.

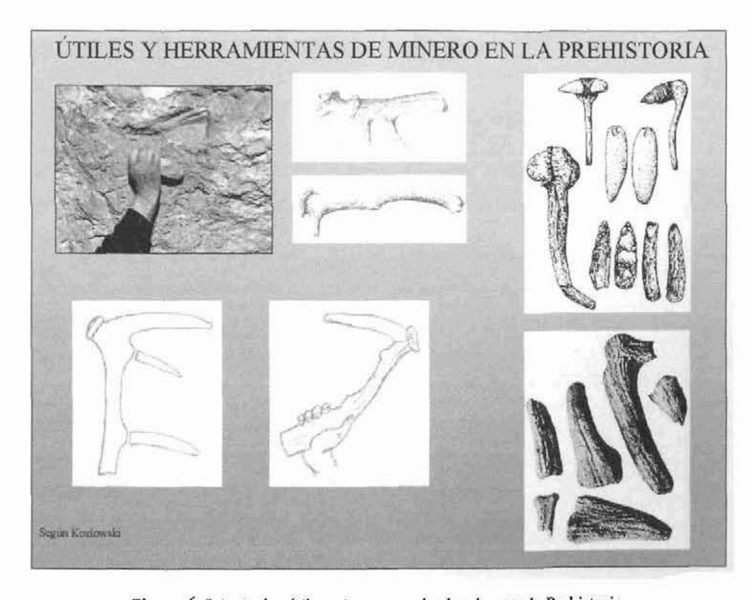


Figura 6. Principales útiles mineros empleados durante la Prehistoria.

EL APROVECHAMIENTO DE LA SAL

Es este sin duda un aprovechamiento mineral notablemente diferenciado respecto a la obtención de rocas y minerales metálicos. El ser humano precisa de la sal para vivir. La obtención de este elemento puede tener varias procedencias, siendo uno de los más importante el aporte de carne. Así, durante las etapas iniciales de la Prehistoria su obtención -sin duda inconsciente- se realizaba a través de la carne obtenida de la caza.

La obtención de la sal de forma indirecta procedía, en la mayor parte de los asentamientos prehistóricos del agua. Las evidencias de la extracción y el aprovechamiento de la sal durante la Prehistoria son bastante recientes (Weller, e.p.; Mikós y Chmura, e.p.).

Los vegetales son deficitarios en sales y por ello la mayor parte de los rumiantes y otras especies que basan su dieta en el consumo de vegetales precisan de aportes complementarios de sal. Uno de los modos más sencillo de suplir esta carencia es a través del consumo de vegetales y tierras de ámbitos salobres -bien sean estos de la costa o interiores- así como a través del consumo de agua rica en sal.

De nuevo la concurrencia de sistemas de investigación deductivos nos permiten advertir concentraciones de *habitación humana -sedentaria o nómada- en torno a aquellos lugares en los que afloran este tipo de aguas. En la* Meseta, por citar algunos ejemplos tenemos las salinas de Espartinas (Ciempozuelos, Madrid) (Valiente Cánovas *et alii*, 2002), las de Villafáfila (Zamora) (Delibes de Castro, 1993) o las de Imón (Guadalajara). En todas ellas existen evidencias de poblamiento prehistórico asociado a cronologías neolíticas y especialmente del Calcolítico y la Edad del Bronce, correspondiendo a esta última y a la Edad del Hierro, sin duda, el mayor número de evidencias materiales descubiertas en todos los contextos salinos de Europa como demuestran los hallazgos de Halstatt o Dürnberg ambas en Austria.

La obtención y beneficio de la sal difiere notablemente respecto al proceso que hasta ahora hemos analizado. Existe ciertamente una similitud evolutiva. Esta estriba en un primer estadio de aprovechamiento puntual e incluso oportunista que poco a poco va transformándose en un sistema de obtención cada vez más complejo.

Los modos de obtención y aprovechamiento de la sal son variados pero pueden reducirse sin dificultad en los siguientes:

1- Aprovechamiento mediante consumo directo, generalmente por parte de los herbívoros.
2- Obtención a través de desecación solar sobre los rebordes del mismo manadero o espacio lacustre.
3- Obtención por decantación mediante el calentamiento de agua salobre en recipientes cerámicos.
4- Obtención de la sal a través de desecación solar en balsas construidas *ex profeso*.
5- Obtención de la sal gema por minería compleja.

EL APROVECHAMIENTO DE LOS MINERALES METÁLICOS

A la explotación de los minerales metálicos se le puede aplicar un sistema similar al que hemos expuesto para las rocas silíceas. Hay un primer aprovechamiento de materiales obtenidos en superficie que comienza en momentos finales del Neolítico con la recogida de materiales exóticos -algunos fragmentos de cobre, oro fluvial y plata nativa-. Estos sistemas de recolección y búsqueda empiezan a generalizarse durante las etapas iniciales del Cobre con el trabajo del mineral por martilleado en frío y la obtención de elementos que funcionan más como establecedores de categorías sociales (quien tiene el metal tiene el poder) que como elementos funcionales y que culmina, en el Calcolítico Campaniforme, cerca de la Edad del Bronce, con la obtención del mineral en galerías subterráneas más o menos extensas y la creación de una amplia panoplia de elementos metálicos plenamente funcionales.

La novedad reside ahora no en el modo de obtención, sino en la necesidad de poner en práctica nuevos sistemas de transformación de la materia prima, esto es, el fundido del mineral con la finalidad de obtener elementos fun-

cionales, y en un momento más avanzado su mezcla o aleación -natural o artificial- con otros elementos para dotar a los implementos obtenidos de una mayor resistencia.

Lo importante para nosotros y lo que debemos retener es que en el beneficio de metal, al menos en las primeras etapas de aprovechamiento, la explotación de los filones presenta las mismas características que en la explotación de otros minerales y rocas filonianas como el sílex o la variscita. Todo ello nos permite hablar de la existencia de una labor minera generalizada durante las etapas avanzadas del Calcolítico y que parece ponerse en relación con sistemas sociales en los que el minero podría emplearse a tiempo parcial o total difiriendo su manutención en otro segmento social del grupo.

CONCLUSIONES

No resulta complejo resumir todo lo expuesto en unas leves pinceladas. Sabemos que el ser humano, desde sus orígenes, ha explotado el medio mineral para surtirse de materia prima destinada a la elaboración de útiles y adornos. La piedra fue, durante varios millones de años el elemento en torno al cual giró el desarrollo de las diferentes culturas.

Hemos podido advertir que en el proceso de obtención de esta materia prima existe un cierto proceso evolutivo lógico -directamente proporcional al desarrollo cultural- en el que del aprovechamiento puntual se pasó al desarrollo de complejas estructuras subterráneas (Fig. 7). Este paso debió establecerse en el momento en el que la demanda de materia prima en zonas carentes de mineral silíceo apropiado para la ejecución de útiles funcionales puso en evidencia la necesidad de realizar extracciones amplias capaces de dotar de un excedente mineral destinado al intercambio o comercio. Algo similar se advierte con otros elementos minerales destinados al ornato personal como la variscita, elemento asociado, casi desde su origen a un bien exótico o de prestigio.

También podemos concluir que existió durante la Prehistoria un aprovechamiento diferencial de las materias primas; hecho este que condiciona la puesta en marcha de diferentes mecanismos de obtención.

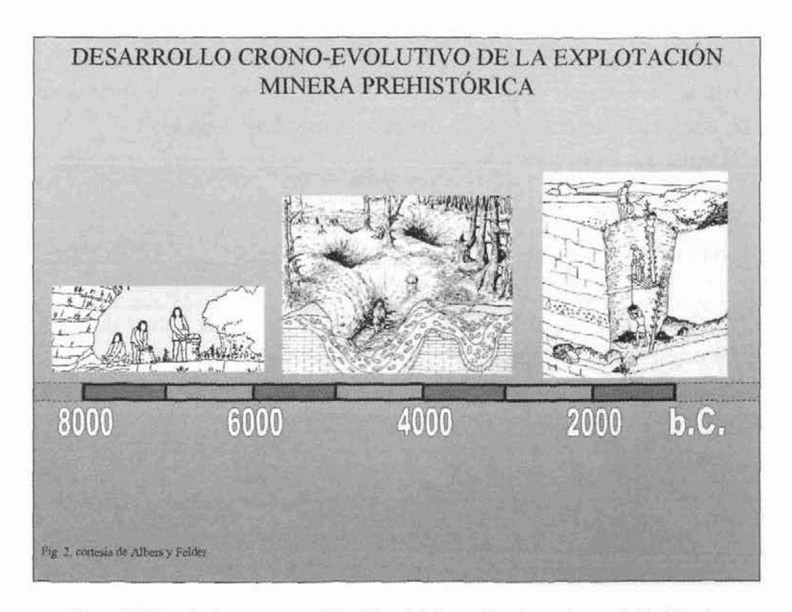


Figura 7. Montaje de cronograma hipotético del desarrollo minero durante la Prehistoria.

-En primer lugar existen minerales a los que se destina -durante la práctica totalidad de su ámbito cronológico de uso- una explotación selectiva relacionada con la obtención de la materia prima en superficie, como es el caso de la mayor parte de las materias primas destinadas a la elaboración de pulimentos (sillimanita, basalto, lamprófidos, etc.) y algunos adornos (azabache-lignitos).

-En segundo lugar existe un aprovechamiento masivo de los complejos mineros destinado a la obtención de un excedente durante las etapas finales del Neolítico y sobre todo durante el Calcolítico y la Edad del Bronce.

Para entender este momento y su dinámica hay que comprender la obligatoriedad de que exista no sólo una demanda del producto y un mercado donde colocarlo, sino sobre todo que haya un elemento que recibir a cambio. Esta es la base incluso de los sistemas más clásicos de trueque. Por ello es difícil imaginar una explotación masiva de los filones minerales fuera de un circuito de demanda similar al que nuestra Prehistoria ha denominado *revolución de los productos secundarios*. Esto es, en el seno de unas sociedades en plena especialización social y económica en la que una parte importante del grupo puede dedicarse a la extracción del sílex, la variscita o el metal, esto es, a la minería (Fig. 8).

Debemos atender además al volumen de material obtenido sin olvidar que en un yacimiento de tipo minero podemos estar, y sin duda estamos, ante una imagen de amplia cronología en la que el aprovechamiento de la materia prima ha podido realizarse en un mismo espacio físico en un marco temporal muy amplio.

-En tercer lugar debemos desterrar la idea arquetípica y falsa de que la explotación de los minerales metálicos arrinconó al beneficio de la piedra. Esta afirmación no es cierta al menos hasta la generalización del uso del bronce y sobre todo del hierro. Hasta ese momento avanzado de la Prehistoria reciente los elementos metálicos poseían un mayor valor estético y social que funcional. Por el contrario las armas y los útiles destinados al trabajo cotidiano siguieron realizándose en piedra siendo además el sílex, en ocasiones el de mayor calidad o vistosidad, la materia prima más solicitada.

Como última y no menos importante llamada de atención acerca de la explotación de ciertos yacimientos mineros de nuestra geografía no quiero dejar sin señalar, en contra de lo que varios colegas mantienen que la importan-

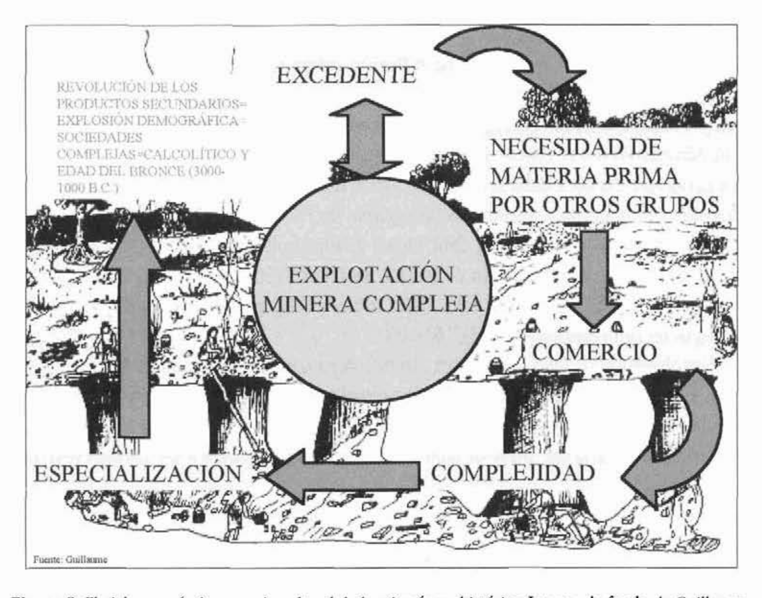


Figura 8. El ciclo económico y socio-cultural de la minería prehistórica. Imagen de fondo de Guillaume.

cia de la extracción del sílex no se limita a la Prehistoria. Por el contrario, hay durante la Edad Moderna una notable explotación de las piedras silíceas -dentro del concepto industrial de la explotación minera pero realizada aún con métodos muy tradicionales- para su uso en las construcción, en la elaboración de los trillos y sobre todo en las armas de avancarga que hasta mediados del siglo XIX en que se inventa el sistema de cebado por chimenea de las armas de fuego, utilizaban como elemento de encendido del cebo las piedras de sílex conocidas como piedras de fusil.

BIBLIOGRAFÍA

- **Babel, J. (1990):** The flint mine at Krzemionki and the problem of flint workshops from the early bronze age in the Central Little Poland. In: *Séronie-Vivien & Lenoir* 1990: 201-209.
- **Bácskay, E. (1990):** New investigations into the processing and distribution of flint from the Sümeg-Mogyorosdomb flint mine in Hungary. In: *Séronie-Vivien & Lenoir* 1990: 239-249.
- **Balcer, B. (1995):** The Relationship between a settlement and flint mines. A preliminary study of the Eneolithic workshop assemblages from Mmielów (Southern Poland). *Seventh International Flint Symposium (Archaeologia Polona* 33): 209-221.
- **Barber, M., Field, D. y Topping, P. (1999):** *The Neolithic Flint Mines of England.*
- **Bernabeu, J., Orozco, T. y Terradas, X. (eds.) (1998):** *Los recursos abióticos en la prehistoria. Caracterización, aprovisionamiento e intercambio.* (= *Universitat de València, Collecció Oberta, Sèrie Història* 2).
- **Borkowski, W. (1995 a):** Éléments d'analyse du système d'aménagement d'une minière: l'exemple de Krzemionki. In: *Pelegrin & Richards* 1995: 67-72.
- **Borkowski, W. (1995 b):** PL 6 Krzemionki, Kielce Province. Prehistoric flint mines complex in Krzemionki (Kielce Province), *Seventh International Flint Symposium*. (*Archaeologia Polona* 33): 506-524.
- **Bustillo, M.A. (1976):** Estudio petrológico de las rocas silíceas miocenas de la Cuenca del Tajo, *Estudios Geologicos* 32 (5): 451-497.
- **Cupillard, C. y Richard, A. (eds.) (1991):** *Silex à fleur de sol: l'exploitation de la matière première dans la région d'Etrelles (Haute-Saône).*
- **Delage, C. (2003):** *Siliceous rocks and prehistory. Bibliography on geo-archaeological approaches to chert sourcing and prehistoric exploitation.* (= *BAR International Series* 1168).
- **Delibes de Castro, G. (1993):** Sal y jefaturas: una reflexión sobre el yacimiento del Bronce Antiguo de Santioste en Villafáfila (Zamora), Brigecio, 3: 33-46.
- **Edo, M., Blasco, A. y Villalba, M.J. (1990):** Approche de la carte de distribution de la variscite des mines de Can Tintorer, Gavà (Catalogne). In: *Séronie-Vivien & Lenoir* 1990: 287-298.
- **Fabre, J. (2001):** L'Économie du silex dans la moyenne vallée de la Somme au Néolithique final: l'exemple de la minière d'Hallencourt et des sites Périphériques, *Reveue archéologique de Picardie* 2001, 3/4: 5-80.
- **Felder, P.J. (1997):** Excavations of prehistoric flint mines at Rijckholt-St. Geertruid (Netherlands), Grimes Graves and Harrow Hill (United Kingdom). In: *Ramos-Millán & Bustillo* 1997: 143-150.
- **Fritsch, B. y Neubauer, D. (1987):** Die Silexvorkommen in Beziehung zu den früh- und mittelneolithischen Fundstellen des Hegaus, *Archäologische Informationen* 10(2): 161-166.
- **Hubert, F. (1988):** L'exploitation du silex à Spiennes. *Archaeologicum Belgii speculum* XV.
- **Jeudy, F., Jeunesse, C., Monnier, J.L., Pelegrin, J., Pétrequin, A.M., Pétrequin, P. y Paraud,I. (1995):** Les carrières néolithiques de Plancher-les-Mines (Haute-Saône). Exemples d'une approche intégrée. In: *Pelegrin & Richards* 1995: 241-280.
- **Laporte, L. (1997):** Spatial data and the study of minings: the example of Jablines site (Seine-et-Marne, France). In: Ramos-Millán & Bustillo 1997: 163-169.
- **Lech, H. y Lech, J. (1997):** Flint mining among bronze age communities: a case study from Central Poland. In: *Schild & Sulgostowska* 1997: 91-98.
- **Migal, W. (1995):** Stratégie et pratique d'études des chantiers d'exploitation souterrains. In: *Pelegrin & Richards* 1995: 73-81.

- **Mikós, T. y Chmura, J. (e.p.):** Prehistoria y Protohistoria de la evaporación y minería de sal en Polonia. *1st International Archeology meeting about Prehistoric and Protohistoric salt explotation*. Cardona, 6-8 de Decembre del 2003.
- **Pelegrin, J. y Richard, A. (eds.) (1995):** *Les Mines de silex au Néolithique en Europe.Actes de la table-ronde internationale de Vesoul 18-19 octobre 1991.*
- **Ramos Millán, A., Martínez Fernández, G., Ríos Jiménez, G. y Alfonso Marrero, J.A. (eds.) (1991):** *Flint production and exchange in the Iberian Southeast, III millenium B.C. (VI International Flint Symposium post-symposium field trip.*
- **Ramos-Millán, A. y Bustillo, M.A. (eds.) (1997):** *Siliceous rocks and culture*. (= *Monográfica arte y arquelogía*). Granada, Universidad de Granada.
- **Ruttkay, E. (1980):** A1 Wien, "Antonshöhe" bei Mauer, 32. Bezirk. In: *Weisgerber et al.* (eds.) 1980: 405-410.
- **Salacinski, S. (1990):** New data on flint exploitation at Krzemionki (Poland). In: Séronie-Vivien & Lenoir 1990: 211-216.
- **Schild, R. y Sulgostowska, Z. (eds.) (1997):** *Man and Flint. Proceedings of the VIIth International Flint Symposium, Warsawa-Ostrowiec Swietokryski.* Warszawa, Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Sciences.
- **Séronie-Vivien, M.R. y Lenoir, M. (eds.) (1990):** *Le silex de sa genèse à l'outil. Actes du V° colloque international sur le silex. (Vth International Flint Symposium), Bordeaux, 17 sept.-2 oct. 1987. Cahiers du Quaternaire 17.* Bordeaux, CNRS.
- **Sieveking, G. de G. y Newcomer, M.H. (eds.) (1987):** *The human uses of flint and chert: proceedings of the fourth International Flint Symposium held at Brighton Polytechnic, 10-15 April 1983*. Cambridge, Cambridge University Press.
- **Terradas Batlle, X. (1998 a):** Estado actual de las investigaciones sobre el aprovisionamiento de materias primas líticas entre grupos cazadores-recolectores prehistóricos en el estado Español. In: *Bernabeu, Orozco & Terradas* 1998: 73-82.
- **Terradas Batlle, X. (1998 b):** La gestión de los recursos minerales: propuesta teórico-metodológica para el estudio de la producción lítica en la prehistoria. In: *Bosch, Terradas & Orozco* 1998: 21-28.
- **Valiente Cánovas, S., Ayarzagüena Sanz, M., Moncó García, C. y Carvajal García, D. (2002):** Excavación arqueológica en las salinas de Espartinas (Ciempozuelos, Madrid) y prospecciones en su entorno. *Archaia*, 2: 33-45.
- **Weisgerber, G., Slotta, R. y Weiner, J. (eds.) (1980):** 5000 Jahre Feuersteinbergbau. Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit. *Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum* 77, 1st edition, Bochum, Deutsches Bergbau-Museum.
- **Weller, O. (e.p.):** Premiers élément d'une préhistoire du sel. *1st International Archeology meeting about Prehistoric and Protohistoric salt explotation*. Cardona, 6-8 de Decembre del 2003.
- **Zalewski, M. (1995):** Utilisation du silex zoné de Krzemionki et l'influence de ses gisements sur les résaux sédentaires préhistoriques. In: *Pelegrin & Richards* 1995: 167-172.
- **Zalewski, M. (1990):** Study of settlement accompanying banded flint mines in Krzemionki, Poland Archaeological exploration of environs of the "Kal Cebuli" karst funnel. In: *Séronie-Vivien & Lenoir* 1990: 233-238.

Explotación minera de sílex neolítica de Casa Montero (Vicálvaro, Madrid). Avance de los resultados de las excavaciones

Susana Consuegra, Nuria Castañeda y M.ª Mar Galllego
T.A.R., S. Coop. Madrid.
susana.cr@tar-arqueologia.com

RESUMEN

Como consecuencia de las obras de construcción de la M-50 a su paso por Vicálvaro (Madrid), y con carácter previo a las mismas, ha sido localizada y excavada la primera mina neolítica de sílex de la Península Ibérica, la mina de Casa Montero. Se exponen los resultados preliminares de las excavaciones llevadas a cabo hasta la fecha y pendientes de ampliación. El yacimiento ha permitido documentar cuatro fases, Pleistoceno superior, Neolítico, Bronce medio y actual, tres de ellas en relación con el aprovisionamiento de materias primas silíceas. El trabajo se centra en la explotación minera dado el carácter novedoso y el enorme interés que su hallazgo tiene para los estudios sobre estrategias de producción en la Prehistoria reciente. Hasta el momento se han documentado más de 2.500 pozos de extracción en una superficie de 2,4 ha. Se describen los distintos tipos de pozos, sus rellenos, los materiales arqueológicos y los indicios del trabajo minero localizados y se apuntan las de investigación abiertas a raíz del descubrimiento.

INTRODUCCIÓN

El yacimiento de *Casa Montero* fue localizado con motivo de los trabajos arqueológicos previos a la construcción de la autovía de circunvalación M-50 entre la N-II y N-III. Éstos se iniciaron en julio de 2003. Los trabajos de excavación dieron comienzo el 1 de septiembre y finalizaron el 18 de marzo de 2004. El interés del yacimiento ha provocado la paralización de la obra en tanto se modifica el trazado de la M-50 a su paso por él. Con ello se intenta preservar la zona de máxima concentración de restos correspondientes a la mina neolítica de Casa Montero[1]. En el momento de escribir estas líneas, se van a retomar las excavaciones en la zona de la traza definitiva. Los resultados que se presentan tienen, por tanto, un carácter preliminar.

EMPLAZAMIENTO

Se localiza en el Distrito de Vicálvaro (T.M. de Madrid), muy cercano a las poblaciones de Mejorada del Campo

[1] Agradecemos el esfuerzo, más allá de su obligación, realizado en este sentido por el Servicio de Protección del Patrimonio Arqueológico, Paleontológico y Etnográfico de la Dirección General del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, en las personas de Belén Martínez, Pilar Mena e Inmaculada Rus. Es reconfortante y de justicia reconocer la deuda contraída con un nutrido grupo de prehistoriadores por su interés constante, sin su apoyo hubiese sido impensable la conservación del yacimiento: Joan Bernabeu, Concepción Blasco, Carmen Cacho, Teresa Chapa, Felipe Criado, Pedro Díaz-del-Río, Michael Kunst, Pilar López, Rosario Lucas, Mª Isabel Martínez Navarrete, Teresa Orozco y Juan Mª Vicent. El resto del equipo de T.A.R. ha representado una ayuda permanente sin la que hoy no estaríamos aquí. La paciencia y colaboración de Ferrovial Agroman, y en concreto de José L. Bezunartea, Pablo Pajares y Gregorio Rodríguez, nos han facilitado el trabajo hasta extremos insospechados. Por último, es el lugar para agradecer públicamente el excepcional esfuerzo realizado por todos los arqueólogos y auxiliares que durante meses han hecho posible los resultados que hoy presentamos.

y Coslada. Los escarpes de la margen derecha del Jarama, en las proximidades de su confluencia con el Henares, por el Este, y sendos barrancos al Norte y Sur, limitan el cerro ocupado por el yacimiento (fig. 1).

Desde el punto de vista geológico, los estratos más antiguos son Terciarios (Mioceno medio). Se trata de una secuencia sedimentaria compuesta por un potente banco de yesos laminados gris-verdosos en la base, y arcillas verdosas con intercalaciones de pequeños estratos calizos en la zona superior. En el sustrato arcilloso de la secuencia se encuentran horizontes continuos con abundancia de ópalo y sílex. Éstos se presentan con morfología variable que abarca desde nódulos arriñonados de tamaño disimétrico hasta bloques de varios metros de forma irregular y calidad para talla variable.



Figura 1. Mapa de situación y planimetría de Casa Montero.

EL YACIMIENTO. FASES

Hasta el momento se ha documentado una extensión de 2,4 ha que corresponden a aquella que inicialmente se iba a ver afectada por la construcción de la M-50.

La planimetría muestra un total de 2.690 estructuras subterráneas correspondientes a tres de las cuatro fases documentadas hasta el momento: Neolítico, Bronce medio y contemporánea. Existe además una fase, la más antigua del yacimiento, adscribible inicialmente al Pleistoceno superior y representada por depósitos y materiales. El registro de la Edad del Bronce se restringe a fosas de tipo silo y cubetas, entre ellas dos utilizadas para sendas inhumaciones. Se relaciona con momentos recientes, siglo XX, un grupo de fosas de mayor diámetro que las prehistóricas y rellenos muy heterogéneos y poco compactos, realizadas para la extracción de sílex para trillos y sepiolita.

LA MINERÍA NEOLÍTICA

Este trabajo se centrará en la fase cuantitativamente mejor representada en el yacimiento y, sin duda, la más singular en el marco de la Península Ibérica: la minería neolítica. La explotación de esta fase se encuentra representada por más de 2500 pozos de extracción de sílex, distribuidos de forma irregular en la superficie del yacimiento: una importante concentración en la zona central, mientras hacia los extremos sur y norte el número de pozos disminuye considerablemente. Se han podido excavar 125 pozos de los que, por motivos de seguridad, 34 se abandonaron sin concluir.

LOS POZOS

Destaca en primer lugar el comportamiento monótono de los atributos (forma, rellenos, materiales...) de los pozos. También es importante para la interpretación del yacimiento el hecho de que las estructuras de extracción no se cortan en boca en ningún caso.

Formalmente se distinguen 2 tipos de pozo que, sin duda, están en relación con las características del recurso extraído. La profundidad y las particularidades de las paredes son los rasgos que permiten discriminar los tipos mencionados. Los pozos *irregulares* se concentran en la zona centro-este del yacimiento, muestran paredes sinuosas en las que en ocasiones se aprecian los huecos dejados tras la extracción de los nódulos de sílex. Como resultado de dichas extracciones, y dada la proximidad de las estructuras, éstas se comunican de forma accidental mediante oquedades amorfas y angostas, a diferentes profundidades y que, en ningún caso, pueden interpretarse como auténticas galerías. La profundidad máxima de estos pozos es de 2,50 m (fig. 2.1).

Los pozos de tipo *chimenea*, de paredes regulares y tendencia muy vertical, con profundidades entre 0,45 m y 7,35 m presentan cierta variabilidad formal en la boca lo que permite distinguir tres subtipos: en embudo, cubeta y cilíndricos. Los dos primeros se muestran en superficie como fosas con diámetros entre 1,40 m y 2,10 m que disminuyen en profundidad, donde adquieren morfología cilíndrica. La localización de los pozos con boca en embudo, siempre en zonas con estrato superficial poco compacto, hace pensar en los motivos de seguridad como causa de esta variedad. Los pozos con boca en cubeta coinciden en general con afloramientos de sílex, por lo que podrían relacionarse con un mayor aprovechamiento de estos recursos superficiales. Por ultimo, los pozos cilíndricos son los más numerosos. Distribuidos por toda la superficie del yacimiento, tienen un diámetro máximo en boca de 1,60 m. En profundidad las paredes, muy verticales, apenas presentan discontinuidades. El aprovechamiento de las vetas de

sílex atravesadas (hasta cuatro en un mismo pozo) es en general exhaustivo, en raras ocasiones, como en el pozo 1263, el sílex queda colgado en las cotas superiores en forma de auténticas "repisas". En cotas próximas a la base se constata la existencia de excavaciones laterales, auténticas "covachas" de forma irregular y dimensiones variables que permitirían, en momentos inmediatos al abandono de la extracción en el interior del pozo, el mayor aprovechamiento de la veta inferior (fig. 2.2). Entre los pozos de boca cilíndrica se identifica un grupo, cuya profundidad no rebasa el 1,50 m y que de forma preliminar hemos identificado como pozos de tanteo.

En relación al proceso de excavación/extracción contamos por el momento con escasos indicios. La simplicidad de las estructuras de extracción, especialmente por su reducido diámetro, y la alta compacidad de las arcillas en las que se excavó la práctica totalidad de los pozos, facilitaría el tránsito y reduciría los riesgos de desplome en su interior. En el pozo 1156 se ha documentado un conjunto de siete *pates* o pequeñas oquedades practicadas en la pared para el apoyo de los pies en las maniobras de descenso y ascenso.

Las características y disposición de los estratos de relleno inducen a plantear que la amortización de los pozos se produjo de forma inmediata a la conclusión de su uso y de manera continuada, siendo excepcionales las ocasiones en las que se interrumpió este proceso. Sólo la parte superior de la secuencia muestra el carácter paulatino y no intencionado del cegado definitivo de los pozos.

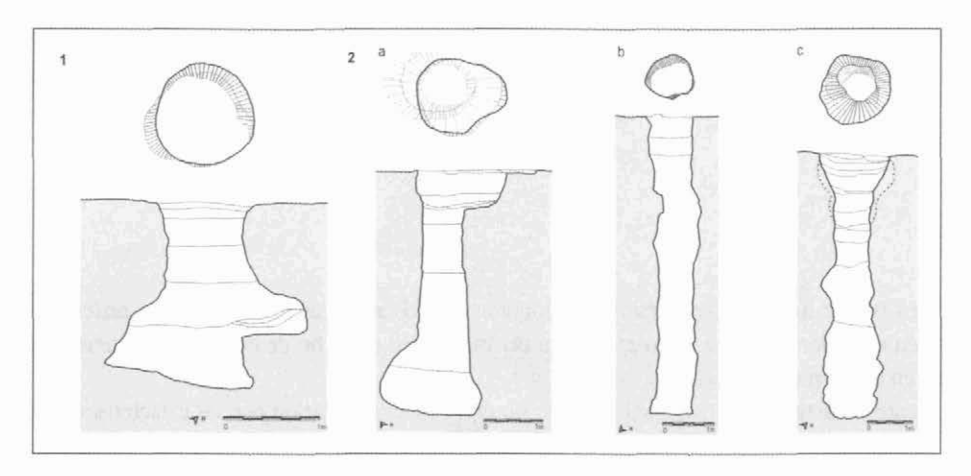


Figura 2. Plantas y secciones de los pozos tipo irregular (1) y chimenea (2), representación de la variabilidad de la boca: a) cubeta, b) cilindro y c) embudo.

Herramientas

Como lugar de aprovisionamiento y explotación de materias primas, Casa Montero presenta un registro lítico extraordinariamente abundante (*Pelegrin 1995: 160*). La mayor parte del material pertenece a los productos procedentes de la explotación de los nódulos de sílex. Sin embargo, existe un conjunto de piezas relacionado con los trabajos mineros entre los que podemos distinguir las herramientas para la excavación de los pozos de extracción -picos, mazas, cuñas, etc.- y los objetos destinados a la extracción de materias primas -grandes percutores-. Por otro lado, existe un grupo de piezas diversas relacionadas con el mantenimiento de la explotación minera -realización y reparación de enmangues y herramientas, cordelería, etc.- que no se van a tratar en el presente trabajo.

Los datos que se presentan, tienen carácter preliminar, y se han realizado sobre un 0,08% de herramientas destinadas al trabajo de la mina detectadas entre todo el material lítico clasificado hasta el momento (30.000 piezas aproximadamente).

La excavación de los pozos mineros requiere herramientas robustas, de un cierto peso y una zona activa incisiva. A diferencia de otros yacimientos europeos como Grimes Graves, en Casa Montero no se han documentado hasta la fecha herramientas realizadas en asta, sin embargo el análisis del material lítico con los criterios anteriores ofrece resultados positivos. No obstante, la mayor parte de los soportes de estas piezas son seleccionados de forma oportunista entre los fragmentos desechados de la talla cumpliendo ciertos criterios como tamaño, peso y morfologías apuntadas y angulosas. Mayoritariamente en estos objetos la configuración es casi inexistente o se reduce a facilitar el enmangue.

Junto a los criterios de morfología y volumen, la presencia de huellas macroscópicas también se ha utilizado para detectar estas herramientas. En el conjunto de huellas observadas pueden distinguirse estrías organizadas, localizadas generalmente en las proximidades de la zona activa; melladuras y astillas en filos y aristas; y zonas con abrasión, lustre y repiqueteo, en ocasiones relacionados con el enmangue.

Según su función puede distinguirse entre instrumentos de incisión e instrumentos de golpeo.

Instrumentos de incisión

Picos

Se han identificado 10 picos realizados en sílex, excepto uno en arcilla silicificada. Las dimensiones medias de estas piezas son 103x53x27 mm, siendo más homogéneas en anchura y espesor. La zona activa suele ser muy regular, de sección triangular y excepcionalmente cuadrada o trapezoidal, con un espesor medio de 15 mm. La mayor parte presenta configuración de la zona activa mediante retoque en un solo filo. Todos presentan estrías en la zona activa en sentido oblicuo y longitudinal y abrasión en las aristas y vértices próximos. En casi todos se pueden observar melladuras y astillas en las zonas proximal y mesial, junto con huellas de abrasión. El peso de estas piezas no permite *a priori* su utilización exclusiva sino con la ayuda de mazas.

Aunque pendiente del estudio experimental, el conjunto de huellas localizado en el pozo 2330 podría responder a los trabajos extractivos mediante los picos descritos. Se ha documentado un grupo de 5 surcos paralelos, ligeramente oblicuos a la boca, de sección en "V" y una longitud máxima de 20,9 cm.

Existe un segundo conjunto de huellas que por el momento no se puede relacionar con ninguna de las herramientas identificadas. La estructura 1489 muestra, con disposición paralela a la boca, un grupo de dos series paralelas de 4 y 5 pequeñas depresiones de sección en "U" y forma circular de 16 mm de diámetro y 12 mm de profundidad máxima.

Cuñas y otros elementos incisivos

Existe otro conjunto de herramientas cuya característica más llamativa es la de poseer una zona activa más o menos amplia, de forma rectilínea o convexa. De entre ellos, solamente uno se puede calificar de cuña o cincel presentando una zona distal estrecha acabada en filo que va engrosándose de forma considerable hacia la zona mesial y proximal. Como resultado del uso presenta melladuras en el filo activo y estrías longitudinales, paralelas al eje mayor. Por el contrario, en el extremo proximal se observan huellas de percusión y extracciones accidentales.

Para la elaboración de estas herramientas se escogen soportes con la morfología descrita, sin que se lleve a cabo ninguna configuración *ex profeso*. La utilización de estas piezas se llevaría a cabo insertando el filo en grietas o hendiduras de las paredes más sólidas o bien para descalzar nódulos de sílex, y golpeando el extremo romo con una maza.

Por otro lado, existen otros objetos que podrían denominarse tajadores. Presentan como característica común un filo activo muy amplio configurado mediante retoque de delineación convexa sobre un bisel asimétrico natural.

Instrumentos de golpeo

Mazas

Hasta el momento solamente se ha analizado una pieza de este tipo, sin embargo, durante el proceso de excavación se han documentado algunos casos más. Está realizada en un canto de cuarcita de forma prismática con sección cuadrangular muy homogénea. Sus dimensiones son 137x81x78 mm y su peso 1,4 k. Posee dos zonas activas en ambos extremos donde presenta huellas de percusión intensiva que ha provocado numerosas extracciones accidentales. En la zona mesial se observan huellas de repiqueteo y abrasión como consecuencia de la adecuación al enmangue. No se descarta que las mazas puedan ser polifuncionales, utilizándose tanto en la excavación de los pozos mineros, como en la fragmentación de grandes nódulos.

Percutores

La producción lítica suele realizarse a partir de nódulos de los que se extraen grandes lascas sobre las que se trabaja con mayor facilidad. Muchas de estas bases naturales no se extraen completas de su matriz geológica, sino que permanecen visibles en las paredes de los pozos con huellas de haber sido talladas. La resistencia a la fragmentación que ofrece un nódulo de sílex inserto en su matriz es mayor, amén de la dificultad que ofrece la talla en el interior de un pozo y sin la posibilidad de poder escoger un ángulo adecuado para la talla. Por ello es necesario utilizar percutores de mayor masa e incluso las mazas que se han empleado para la excavación del pozo.
Este tipo de percutores se ha documentado en Casa Montero, bien completos o la mayor parte de las veces fracturados diametralmente. Suelen presentar una morfología más o menos esférica u oblonga, con unas dimensiones en torno a 163 mm en el eje mayor, y un peso medio de 1,2 k, siempre sobre cantos de cuarcita.

OTROS MATERIALES

La ausencia de restos materiales no líticos y materia orgánica en la mayor parte de los rellenos se pone de manifiesto como característica esencial de la explotación minera. De los 1119 rellenos de pozo excavados, tan sólo 39 (3,48%) contienen algún fragmento cerámico y 60 (5,36%) han permitido la recuperación de carbón. En cambio el material lítico se estima en unas 31,6 Tm.

Las cerámicas halladas en los pozos se caracterizan por la alta calidad de pastas y acabados. Pese a lo reducido del conjunto algunos fragmentos permiten una clasificación tipológica, y cronológica, certera. Tipológicamente los fragmentos con forma pertenecen a la Clase C (recipientes profundos) tipos 13 a 15 (ollas, contenedores y orzas) de Bernabeu (Bernabeu *et al.*, 1994: 58-60), con superficies muy cuidadas y decoraciones diversas (almagra, cordo-

nes impresos y acanaladuras). Los paralelos más próximos con garantía estratigráfica los encontramos en la Cueva de la Vaquera (Torreiglesias, Segovia), donde el repertorio cerámico de Casa Montero tiene correspondencia con el horizonte *Neolítico antiguo* ("segunda mitad del VI y primer tercio del V milenio -5500/4700 cal BC-") (Estremera, Mª S., 2003: 188).

Cabe mencionar, por último, el hallazgo de un fragmento de arcilla endurecido por calentamiento, con una superficie exterior biselada, bruñida y decoración simbólica realizada con incisiones someras, que se encuentra en proceso de limpieza.

PERSPECTIVAS

Casa Montero es la primera mina de sílex neolítica excavada en la Península. Los trabajos de investigación iniciados se centran por el momento en los siguientes aspectos: modelización geomorfológica del yacimiento y su entorno; caracterización de la/s materia/s prima/s mediante estudio petrológico; identificación y estudio de las cadenas operativas líticas; e identificación de posibles estrategias de explotación a partir del análisis detallado de la distribución de las estructuras.

La mina de Casa Montero representa una posibilidad excepcional para el análisis de la gestión de recursos silíceos por parte de las primeras sociedades productoras, al aunar el registro de actividades de extracción y manufactura de un recurso crítico, registro ausente de los conjuntos analizados hasta ahora, procedentes de los ámbitos doméstico y funerario.

BIBLIOGRAFÍA

- **Bernabeu, J. *et al.* (1994):** "Niuet (L´Alqueria d´Asnar). Poblado del III milenio a.C." *Recerques del Museu d´Alcoi* 3, pp.9-74.
- **Estremera, M.ªS. (2003):** *Primeros agricultores y ganaderos en la Meseta Norte: el Neolítico de la Cueva de La Vaquera (Torreiglesias, Segovia).* Arqueología en Castilla y León, 11. Junta de Castilla y León, 320 p.
- **Holgate, R. (1995):** "Neolithic flint mining in Britain", *Archaeologia Polona*, 33, pp. 133-161.
- **Pelegrin, J. (1995):** "Réflexions méthodologiques sur l'étude de séries lithiques en contexte d'atelier ou de mine", en J. PELEGRIN y A. RICHARD, *Les mines de sile au Néolithique en Europe: avancées récentes. Actes de la table-ronde internationale de Vesoul 18-19 octobre 1991,* pp. 159-168.

Las primeras manufacturas de oro en Catalunya: nuevos datos procedentes del yacimiento de La Prunera (Girona)

M.ª Carme Rovira*, Ferran Borrell, Mònica Oliva**, Maria Saña**, Oriol Vicente** y Susanna Casellas****
*Museu d'Arqueologia de Catalunya.
**Divisió de Prehistòria - Dept. d'Antropologia Social i Prehistòria. Universitat Autònoma de Barcelona.
carmerovira@wanadoo.es

RESUMEN

Las excavaciones de *La Prunera* (Sant Joan les Fonts, Girona), un asentamiento al aire libre del neolítico final han aportado una pieza de oro. Esta cuenta tubular, de inicios del III° milenio cal. B.C, es de un tipo frecuente entre los primeros ornamentos metálicos de Catalunya, concentrados en la zona pirenaica. Resulta singular al no pertenecer a un contexto funerario ni estar asociada a materiales campaniformes. Presentamos su estudio morfométrico y arqueométrico (análisis por FRX y SEM-EDS).

Palabras clave: arqueometría, Neolítico, oro.

ABSTRACT

Research about the archaeological site of La Prunera *(St. Joan les Fonts, Girona), a Later Neolithic open-air settlement, introduces a new gold piece. This tubular bead, from the early III millennium cal. BC, is a typical object among the first metallic ornaments in Catalonia, mostly concentrated in Pirenaic zone. It is also a singular piece because it doesn't proceed from a funerary context and is not associate with bellbeaker materials. This report presents its morfotypological characters and archaeometrical analytics (FRX and SEM-EDS).*

Key words: *archaeometry, gold, Neolithic.*

EL YACIMIENTO DE LA PRUNERA

El yacimiento de *La Prunera* (Sant Joan les Fonts, Girona) está situado en el noreste de la península Ibérica, en plena zona volcánica de la Garrotxa a 460 m.s.n.m. (UTM 31N 460759/4671525). Los trabajos de excavación han permitido evidenciar la existencia de dos niveles arqueológicos. El nivel I se ha conservado en una extensión de 80 m^2 con una cronología de 3830 +/- 130 BP. El nivel II tiene una extensión de 37500 m^2 de los que se ha excavado un total de 2500. Las dataciones absolutas de este nivel han permitido ubicar temporalmente su ocupación alrededor del 4360 +/- 80 BP (3142- 2872 cal B.C. 0,79% a 2 sigmas) lo que nos sitúa a inicios del III milenio cal. B.C. (Alcalde *et alii*, 2003).

A partir de los análisis de micromorfología de suelos (análisis realizado por O. Palou, J. Boixadera y R. Poch) se ha puesto en evidencia que la colmatación del yacimiento fue rápida. Los análisis polínicos realizados (por I. Expósito y F. Burjachs) también apoyan esta hipótesis. La composición del espectro polínico, apunta que la abundancia de precipitaciones durante un período largo del año convertía el yacimiento en inhabitable, encharcándolo de manera periódica.

PRODUCCIÓN Y TRABAJO EN EL ASENTAMIENTO DE LA PRUNERA

La mayor parte de estructuras documentadas son de combustión, de pequeñas dimensiones, en cubeta o bien

directamente sobre el suelo de ocupación. También aparecen estructuras excavadas en el subsuelo no relacionadas directamente con procesos de combustión y que habrían sido aprovechadas como contenedores de desechos (restos cerámicos, líticos, ...), así como un pequeño número de agujeros de poste que formarían parte de estructuras más complejas (cabañas, cubiertas, paravientos, ...) pero no se han podido individualizar claramente estructuras de habitación.

Por lo que respecta a los procesos de producción relacionados con las actividades agrícolas, las especies de cereales representadas son variedades de *Triticum* y *Hordeum* (análisis realizado por N. Rovira). Estas actividades han quedado también representadas a partir del espectro polínico. Los valores relativamente altos del tipo cereal indicarían que los campos de cultivo podían encontrarse cerca del asentamiento. Varias de las esporas registradas corresponden también a taxones indicadores de deforestación y antropización del medio, fenómeno documentado de manera general en otras áreas de la región pirenaica durante el III milenio (Galop, 2000). Creemos que la presencia de pocos restos de cereales puede deberse a su procesado o consumo más que a su producción o almacenamiento.

Las especies animales más consumidas eran los bóvidos y las ovejas aunque la mala conservación de los restos de fauna no permite incidir en cuales fueron las modalidades de gestión de los recursos animales implementadas por estas comunidades. Tampoco disponemos de datos relativos a la importancia o rol que pudo jugar la caza. La recolección de vegetales y frutos silvestres está relativamente bien documentada.

En lo relativo a los conjuntos líticos, el análisis funcional (realizado por J.F. Gibaja, F. Borrell, S. Delgado y R. Risch) evidencia el trabajo de la piel, madera, la siega de plantas no leñosas y el trabajo de una materia mineral no determinada. Los elementos y variables que permiten relacionar estos conjuntos con la producción y procesado de cereales, son escasos. Tampoco evidenciamos concentraciones de materiales o asociaciones recurrentes, documentándose un elevado grado de dispersión del material lítico. Estas características serían consecuencia, probablemente, de la inexistencia de áreas de producción especializadas, aspecto que permite atribuir al asentamiento un grado de estabilidad o permanencia relativamente bajo.

Los restos de cerámica se encuentran homogéneamente distribuidos por toda la superficie excavada, con ligeras concentraciones alrededor de las estructuras. Se trata de contenedores de tamaño mediano y de escasos fragmentos de recipientes de gran tamaño. Los vasos presentan una gran cantidad de elementos de prensión y cordones lisos. Tradicionalmente se ha tendido a relacionar la producción cerámica con la presencia de poblaciones estables, sin embargo, actualmente contamos con numerosos ejemplos, tanto etnológicos como arqueológicos, de comunidades cazadoras-recolectoras con un elevado grado de movilidad entre cuyas pertenencias se encuentran los productos cerámicos (Beeching *et alii*, 2000).

Los procesos de trabajo documentados a partir del análisis de los materiales recuperados en *La Prunera* apuntan hacia una cierta especificidad de los procesos productivos realizados. Éstos están relacionados con actividades cinegéticas, ganaderas, de recolección y de transformación de los productos derivados de estas actividades y no tanto con la producción agrícola. La distribución dispersa de los materiales por toda el área excavada, sin que se hayan podido diferenciar zonas de trabajo especializadas o áreas de acumulación sistemática de residuos y la ausencia de estructuras de habitación y de almacenaje no nos permiten caracterizar el yacimiento como un asentamiento agrícola con carácter estable, siendo más probable que se trate de un espacio ocupado de forma recurrente pero intermitentemente (Alcalde *et alii*, en prensa b).

Cabe destacar que una de las categorías de materiales arqueológicos de cierta singularidad recuperados en el yacimiento es la de los adornos personales, localizados en el nivel II. La aparición de estos elementos en un yacimiento al aire libre permite evidenciar el uso de estos objetos personales en vida y no sólo asociados a la muerte (estudio realizado por M. Oliva y M.C. Rovira). Los adornos de *La Prunera* están representados por cuentas de collar de cerámica, hueso y especialmente destaca una cuenta de oro (LP-22125), pieza de la que presentamos aquí su análisis morfotipológico y arqueométrico.

ESTUDIO ARQUEOMETALÚRGICO

La pieza áurea de *La Prunera* es una cuenta laminar de tipo tubular de 10 mm de longitud y 4 mm de ancho (Figura 1). Pesa *c.* 0,2 gramos y está deformada: aplastada, ligeramente curvada y con los laterales doblados. La hemos caracterizado mediante técnicas analíticas no-destructivas[1] como la microscopía electrónica de barrido (SEM), efectuada con el Microscopio Leica Streoscan 360 del Servei de Microscopia Electrònica de la Universitat de Barcelona. Los exámenes (en modalidad SE) han permitido observar en detalle la morfología del objeto. Se ha constatado así en general la buena conservación del metal, aunque la pieza se encuentra deformada, fisurada, presenta adherencias terrosas en el interior y su superficie está alterada por agentes mecánicos que la han rayado. Así, las grandes estrías que muestra en una cara no tendrían una intención decorativa sino que serían accidentales. El espesor de los extremos oscila entre *c.*50 y 80 micras. En estos mismos extremos el metal presenta cortes limpios (Figura 2), mientras que los límites longitudinales no son totalmente rectos (Figura 3), lo que podríamos relacionar con una elaboración por estirado.

El microanálisis de energías dispersivas (EDS) efectuado con el mismo equipo señala la presencia de pequeñas cantidades de plata junto al oro. El Dr. I. Montero ha efectuado el análisis de composición cuantitativo mediante

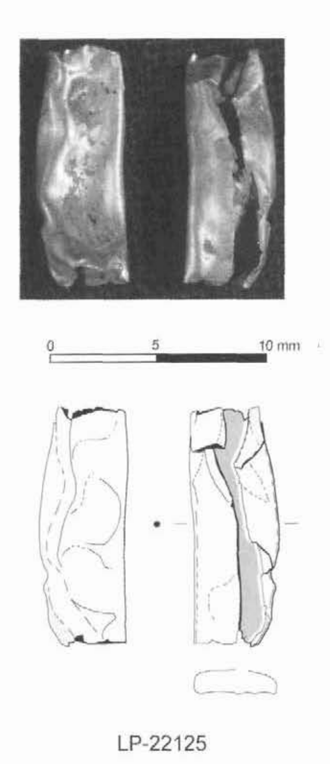


Figura 1. La cuenta de oro de La Prunera (dibujo: X. Carlús).

[1] Nuestro agradecimiento a Ignacio Montero (IEH-CSIC) y a Ramón Fontarnau, Eva Prat y Ana Domínguez (SEM-SSCCTT-UB) por su colaboración en la realización del estudio arqueométrico.

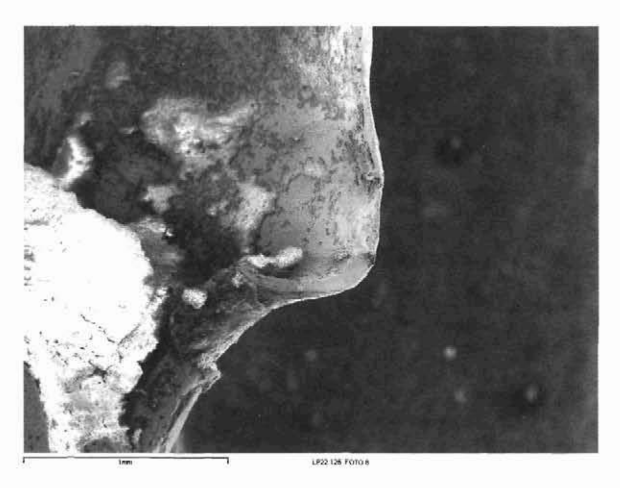


Figura 2. Detalle de un extremo de la pieza (imagen obtenida por SEM / modalidad de SE, x165).

espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX), en el marco del Programa de Arqueometalurgia de la Península Ibérica, utilizando un espectrómetro METOREX X-MET 920MP con detector de Si (Li), y fuente de Americio-Cadmio. El resultado revela una composición mayoritaria de oro (93,88%), junto a plata (6,082%) e impurezas de cobre (0,04%) (Figura 4). Se trataría, pues, de una aleación natural y la baja tasa de los elementos que acompañan al oro no tendrían trascendencia desde el punto de vista tecnológico (facilitando el trabajo del metal) ni estético (cromático).

En cuanto al origen del metal, según Montero y Rovira (1991:9) existen distintas etapas en el uso del oro en la Península Ibérica y la mayoría de objetos prerromanos proceden de metal aluvial, es decir, se trata de oro nativo obtenido no en explotaciones mineras sino mediante la recolección de pepitas con bateas en las cuencas de los ríos. En su composición, destacan la constante presencia de plata (en cantidades muy variables, hasta un límite del 25%)

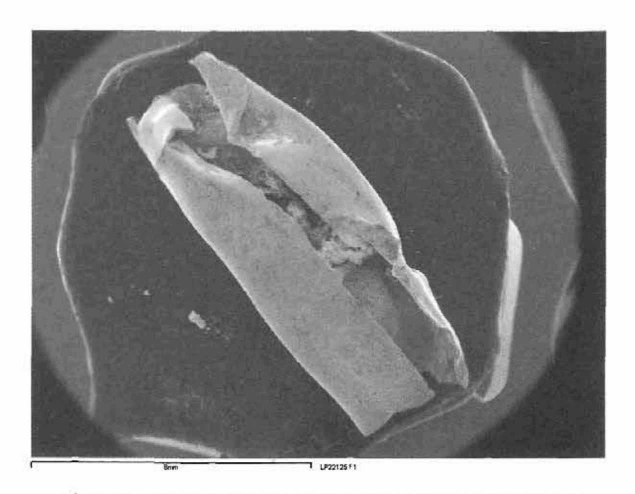


Figura 3. Imagen de la cuenta obtenida por SEM (modalidad de SE, x8).

	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au
PA11299	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.082	0.00	0.000	93.88

Figura 4. Resultados del análisis de composición (por FRX) expresados en % del peso.

e impurezas de cobre (inferiores al 1%). En este sentido, pese a la escasez de datos disponibles para comparar la pieza de *La Prunera*[2] podemos señalar su sintonía con piezas del Calcolítico y Bronce Antiguo referenciadas por dichos autores (1991:10) cuyos porcentajes en plata se sitúan entre el 3 y el 6% y quedan muy lejos de las primeras aleaciones artificiales.

En conclusión, la cuenta de *La Prunera* se habría elaborado con oro nativo de procedencia aluvial. Su ductilidad, blandura y maleabilidad facilitaron el proceso de elaboración, basado en el batido (desconocemos si en frío o caliente[3]) y estirado, hasta conseguir una cinta metálica que se recortó a la longitud conveniente para darle una forma de laminilla rectangular. Posteriormente se enrollaría fácilmente sobre un fino soporte rígido hasta adquirir la forma tubular necesaria para ensartarla en un hilo, quizás junto a otras cuentas similares.

LAS PRIMERAS PIEZAS ÁUREAS DEL NORDESTE PENINSULAR

En Cataluña se conocían 28 objetos prehistóricos de oro procedentes de 6 yacimientos arqueológicos, recogidos en Martín *et alii* (1999, 132-133) que se amplían ahora con el hallazgo de *La Prunera* (Figura 5). A nivel formal hay que destacar su uniformidad pues todos son pequeños y sencillos elementos ornamentales, correspondientes a dos tipos: las cuentas y las laminillas con extremos vueltos. A su vez, las cuentas pueden subdividirse en tubulares (recuerdan a las de *dentalium*) y esféricas (similares a algunas de calaíta). Las tubulares son lisas o con doble perforación. En total se han identificado 21 cuentas y 8 láminas[4].

Todas las piezas se localizan en un sector de la franja pre-pirenaica, concentrándose en la provincia de Girona y contextos megalíticos. Están especialmente presentes en los sepulcros de corredor y en falsas galerías cubiertas, ya que a ellos corresponden 23 piezas de oro (18 cuentas y 5 láminas). El principal grupo se localiza en unos pocos yacimientos de la comarca del Alt Empordà, cercanos entre sí: el dolmen de *Solar d'en Gibert* (Rabós d'Empordà), el de *Cabana Arqueta* (Espolla) y el de *El Barranc o d'en Cotó* (Espolla). Este último es el más destacable pues allí aparecieron 17 piezas. El resto son hallazgos esporádicos. Algo más al sur, en el Baix Empordà, se localizaron 4 ejemplares (entre ellos una cuenta) que proceden de dos grandes galerías cubiertas, las del *Cementiri dels Moros* (Torrent) y *Cova d'en Daina* (Romanyà de la Selva). En Barcelona, sólo se ha identificado una cuenta esférica en la cueva de *Balma dels Ossos* (Berga), en el alto Llobregat, que junto con la de *Cabana Arqueta* formarían el reducidísimo grupo de las cuentas esféricas. En el extremo noroeste de este territorio se sitúa la cuenta tubular de *La Prunera*, cuya localización amplia el ámbito espacial de repartición de las piezas y el contextual, al ser el único yacimiento de carácter no-funerario.

En cuanto a la interpretación de estos primeros objetos de oro catalanes, tradicionalmente se ha subrayado su asociación a los fenómenos campaniforme, dolménico, la Cultura Pirenaica y la aparición del cobre, pero tal como

[2] Véase por ejemplo Rovira *et alii* 1997: 422.

[3] Ante la falta de metalografías disponibles no descartamos que entre las piezas catalanas puedan existir ejemplos elaborados no sólo mediante batido sino también mediante tratamientos térmicos, como en el Valle del Ebro (RODRÍGUEZ en prensa).

[4] Aunque la lámina de *El Barranc* (Espolla) pudo ser una cuenta que se habría deformado.

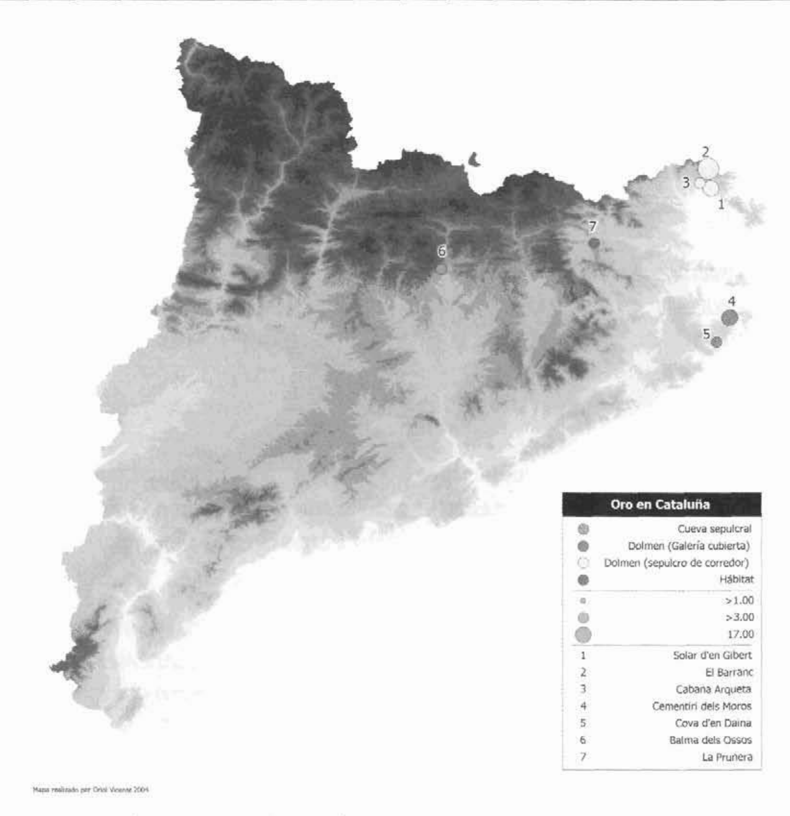


Figura 5. Mapa de distribución de los primeros objetos de oro de Catalunya:
1. Solar d'en Gibert-Rabós d'Empordà, Girona (5 piezas). 2. El Barranc-Espolla, Girona (17 piezas). 3. Cabana Arqueta-Espolla, Girona (1 pieza). 4. Cementiri dels Moros-Torrent, Girona (3 piezas). 5. Cova d'en Daina-Romanyà de la Selva, Girona (1 pieza). 6. Balma dels Ossos-Berga, Barcelona (1 pieza). 7. La Prunera-Sant Joan les Fonts, Girona (1 pieza).

se ha puesto de manifiesto (Martín *et alii* 1999, 134; Martín 2003) los yacimientos sepulcrales, tanto por su propia identidad (inhumaciones consecutivas) como por las limitaciones metodológicas, presentan una problemática compleja y no permiten ahora reconocer con exactitud la composición de los ajuares ni establecer una adscripción cronológica precisa de las joyas. En cambio, las dataciones absolutas de las cuentas de *Balma dels Ossos* (4760±70 BP) y *La Prunera* (4360±80 BP), sitúan la aparición de los fenómenos metalúrgicos a inicios del IIIer milenio cal. BC, desmarcándose así de la asociación tradicionalmente admitida entre metalurgia y cerámica de estilo campaniforme.

En cuanto a los paralelos tipológicos, la simplicidad y reiteración formal de todas las piezas permite establecer similitudes en un amplio radio geográfico que se extiende entre gran parte de Francia y la Península Ibérica. Así se ha documentado la existencia de láminas rectangulares con extremos vueltos en el dolmen de corredor de *Tres Peyros* (Aude) y en diversos dólmenes de corredor armoricanos de Morbihan, la de cuentas tubulares en los dólmenes de corredor de *Trois Squelets* (Loire Atlantique) y *Kerallant-2* (Morbihan), así como la de cuentas esféricas en dólmenes de Hautes Pyrénées y Aude (Alday 1992; Martín *et alii* 1999: 133), mientras que en la Península tanto los apliques laminares como las cuentas tubulares presentan una amplísima difusión que abarca el estuario del Tajo, la Meseta Norte, Andalucía occidental, el sureste, el Valle del Ebro, el Pirineo oriental (Alday 1992: 46-49) y Valencia (Pascual 1996). Las similitudes entre las piezas catalanas y las del País Vasco y La Rioja (cuentas o apliques como las

de *Trikuaizti I* o *Sakulo* que se localizan habitualmente en contextos megalíticos), así como la coexistencia entre piezas de oro y algún botón prismático con perforación en V tanto en *Sakulo* como en *Cementiri dels Moros, Cova d'en Daina* y *El Barranc*, han dado pie a hipotetizar una circulación de piezas entre el Pirineo Oriental y Occidental, sin descartar otras vías transpirenaicas en sentido Norte-Sur (Alday 1992).

Podemos plantear también qué posibilidades existen de que los primeros adornos de oro del nordeste sean manufacturas regionales. A pesar que se negara durante los años 60 y 70 del s. XX, debido a la supuesta escasez de recursos metalíferos locales, a partir de los trabajos de Martín (1988: 276) y especialmente de Martín *et alii* (1999) se ha reorientado la interpretación, y se insiste en la existencia de recursos en el nordeste peninsular, que aunque de pequeña magnitud, serían suficientes para una pequeña producción local.

La localización y características de las mineralizaciones de oro catalanas se basan en la actualización de los inventarios efectuados por el Dr. Mata-Perelló, y han sido expuestas detalladamente por Martín *et alii* (1999: 119-122). Se sitúan fundamentalmente en el Sistema Pirenaico, siendo muy poco importantes las de la Depresión del Ebro y aún menores las del Sistema Mediterráneo. Las del primer grupo, aparecen en las provincias de Girona y Lleida, siendo destacable la coincidencia entre la ubicación de manufacturas áureas prehistóricas y depósitos minerales en la zona de Colera (Alt Empordà) -filonianos y placeres- y la cercanía de *La Prunera* a los de Vall de Ribes (Ripollés) -filonianos y supergénicos-, aunque se tiene noticia de otros aún más próximos en la zona de Ormoier-Oix (la Garrotxa), que por ahora no se han podido verificar sobre el terreno.

CONCLUSIONES

La pieza de oro de *La Prunera* (Girona) resulta significativa para ampliar el conocimiento sobre los orígenes del uso del metal en Catalunya. En este ámbito no se habían producido nuevos hallazgos desde hacía décadas, aunque las piezas documentadas habían sido objeto de recopilación y valoración recientes en el marco del Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica (Martín *et alii* 1999) u otros trabajos (Martín 2003), abordando siempre su estudio desde el punto de vista tipológico y cultural, sin entrar en cuestiones técnicas desde una perspectiva arqueométrica, la cual creemos necesario abordar para avanzar en el saber sobre el desarrollo de la tecnología metalúrgica antigua.

Hasta ahora todas las piezas procedían de antiguas excavaciones hechas en contexto sepulcral, lo que planteaba numerosas limitaciones para contextualizarlas y fecharlas con precisión. La de *La Prunera*, mejora substancialmente el registro ya que procede de un asentamiento al aire libre fechado radiocarbónicamente a inicios del IIIer milenio cal BC y desvinculado del fenómeno campaniforme. La dimensión geográfica del territorio donde se usaron las primeras piezas áureas también se amplía con este hallazgo, marcando el límite noroccidental en las estribaciones pirenaicas.

En conjunto se puede apreciar que si bien el repertorio de piezas ornamentales de carácter personal hechas con metales nobles (plata y oro) del territorio catalán asignables a etapas metalúrgicas incipientes es bastante limitado, en él predominan ampliamente las joyas áureas, que casi alcanzan la treintena (29) y formarían conjuntos articulados de adorno corporal. Las láminas y las cuentas tubulares suelen coexistir en los yacimientos, pero las cuentas globulares aparecen aisladas.

A diferencia de otras zonas peninsulares, todas ellas se han elaborado con láminas (dobladas o enrolladas -y ocasionalmente perforadas- para asegurar su sujeción a un soporte) y se caracterizan por su simplicidad y reducidas dimensiones, algo que tradicionalmente se ha venido relacionando con la escasez de metal disponible en la región a pesar de que los últimos inventarios geológicos permiten matizar esta cuestión y afirmar que los recursos eran suficientes para generar una producción de consumo limitado. Sin embargo ello no demuestra por ahora que existiera una primera tecnología metalúrgica local de la segunda mitad del IV milenio cal a.C. ligada al oro como se ha

afirmado (Martín 2003:98), sino únicamente un uso incipiente de metal, mientras que la práctica de la metalurgia extractiva se ha verificado fehacientemente a partir del IIIer milenio cal. a.C. gracias a los vasos-horno usados para la reducción de minerales de cobre[5].

BIBLIOGRAFÍA

- **Alcalde, G., Borrell, F., Casellas, S., Clop, X., Faura, J.M., Molist, M., Oliva, M., Saña, M. y Vicente, O. (2003):** "Intervencions arqueològiques al jaciment de La Prunera (Sant Joan les Fonts, La Garrotxa) durant els anys 2000 i 2001". *Jornades d'Arqueologia de Girona*, 2002.
- **Alcalde, G., Borrell, F., Casellas, S., Clop, X., Faura, J.M., Molist, M., Oliva, M., Saña, M. y Vicente, O.** (en prensa a) "El jaciment neolític de la Prunera (Sant Joan les Fonts), primers resultats de les intervencions arqueològiques durant el 2000-2001". *Tribuna d'Arqueologia 2002*, Dep. de Cultura - Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- **Alcalde, G., Borrell, F., Molist, M., Oliva, M., Saña, M. y Vicente, O.** (en prensa b) "La Prunera, un site archéologique en plein air de la fin du néolithique dans le NE de la Péninsule Ibérique". En A. Beeching (ed.), *De la maison au village dans le Néolithique du sud de la France et du nord-ouest méditerranéen*, 23-24/5/2003.
- **Alday, A. (1992):** "La primera industria del oro en el País Vasco y La Rioja". *Munibe*, 43, pp. 43-55.
- **Beeching, A., Berger, J.F., Brochier, J.L., Ferber, F., Helmer, S. y Maamar, H. (2000):** "Chasséens: agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades?. Quels types de milieux, d'économies et de sociétés?". En M. Leduc, N. Valdeyron, J. Vaquer (dir.) *Troisèmes Rencontres Méridionels de Préhistoire récente,* Toulouse, 1998, pp.59-79.
- **Galop, D. (2000):** "Propagation des activités agro-pastorales sur le versant nord-pyrénéen entre le VI° et le III° millénaire av. J.-C.: l'apport de la palynologie". En M. Leduc, N. Valdeyron, J. Vaquer (dir.) *Troisèmes Rencontres Méridionels de Préhistoire récente,* Toulouse, pp.101-108.
- **Martín, A. (1988):** "El Nordeste". En G. Delibes, M. Fernández Miranda, A. Martín y F. Molina "El Calcolítico en la Península Ibérica". *Conv Intl'età del rame in Europa, Rev. Rassegna di Archeologia*, 7, pp.255-282.
- **Martín, A., Gallart, J., Rovira, M.C. y Mata-Perelló, J.M. (1999):** "Noreste". En G. Delibes e I. Montero (coords.) *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica.* Vol II. Instituto Universitario Ortega y Gasset, Madrid, pp.115-177.
- **Martín, A. (2003):** "Els grups del neolític final, calcolític i bronze antic. Els inicis de la metal.lúrgia". *Cota Zero*, 18, pp.76-105.
- **Montero, I. y Rovira, S. (1991):** "El oro y sus aleaciones en la orfebrería prerromana". *Archivo Español de Arqueología*, 64, pp.7-21.
- **Pascual, J.L.L. (1996):** *Utillaje óseo, adornos e ídolos del neolítico a la Edad del bronce en el País Valenciano.* Tesis Doctoral. Universitat de València.
- **Rodríguez, M.J.** (en prensa) "La primera industria del oro en el Valle del Ebro". En Montero I., Perea, A. (coords.) *Actas del Sitoa (I Symposium internacional sobre tecnología del oro antiguo: Europa y América)*, Madrid 2002.
- **Rovira, S., Montero, I. y Consuegra, S. (1997):** *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica*, vol. II, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Madrid.

[5] Se han hallado en Cova del Frare y Bauma del Serrat del Pont, asociados o elaborados en cerámica campaniforme. La Prunera se situa a poca distancia de éste último yacimiento, un lugar con muy tempranas muestras de manipulación de cobre y bronce, y en una comarca (la de la Garrotxa) con significativos recursos metalíferos (Martín *et alii* 1999).

Cerámicas a mano utilizadas en la producción de la sal en las Salinas de Espartinas (Ciempozuelos, Madrid)

Santiago Valiente Cánovas y Mariano Ayarzagüena Sanz
Sociedad Española de Historia de la Arqueología.
seha@arrakis.es

RESUMEN

El yacimiento se localiza en el S de la Comunidad de Madrid en el término municipal de Ciempozuelos, próximo a la provincia de Toledo y colindante con la localidad de Seseña.

Únicamente nos vamos a centrar en este trabajo, en el estudio de una parte del material cerámico confeccionado a mano y relacionado con la extracción de sal que aparece en la escombrera, que ha sido el eje central de una parte de las investigaciones sobre los diferentes objetos hallados en el yacimiento.

En este yacimiento se tienen inventariados, clasificados y descritos del orden de 6.500 fragmentos extraídos de los diferentes cortes abiertos en la escombrera y otros procedentes de las prospecciones en superficie.

Las características generales de estos fragmentos podemos resumirlas en los siguientes puntos: 1, la característica común a estos y al resto de trozos cerámicos es su gran fragmentación y 2, la gran dispersión de los mismos que no permite la reconstrucción de formas completas.

Las únicas formas que podemos vislumbrar en relación con la explotación de la sal son: *las grandes cazuelas, algunos cuencos y los soportes.*

Palabras clave: Cazuelas, Cerámica, Cuencos, Digitaciones, Improntas de cestería, Soportes, Vasos troncocónicos.

ABSTRACT

This site is localized in the south of the "Comunidad Autónoma de Madrid", in Ciempozuelos, near the province of Toledo and adjacent to the village of Seseña.

In the project we are going only to focus on the study of a part of the ceramic material made by hand and related to the salt extraction, which has been the central theme of a part of the researches about the different objects found in the site.

In this site, about 6500 fragments extracted from the different cuts made in the dump and others issued from the surface prospectings have been inventaried, classified and described.

The main characteristics od these fragments can be summed up in the following points: 1, these fragments are the rest of the ceramics pieces have in common their large fragmentation; and 2, the big dispersion of these fragments prevents them from reconstructing them in complete shaper.

The only shapes which can be discerned related to the salt explotation are: the big casserole, some bowls and the stands.

Key words: *basketry imprints, bowls, casseroles, ceramics, fingerings, frustumconic glasses, stands.*

INTRODUCCIÓN

El yacimiento se localiza en el S de la Comunidad de Madrid en el término municipal de Ciempozuelos, próximo a la provincia de Toledo y colindante con la localidad de Seseña.

Las salinas Espartinas se han difundido a través de varias publicaciones y foros. Por tanto, pasamos por alto sus

características generales, en cuanto ubicación precisa y otros aspectos puntuales sobre su descubrimiento, campañas de excavación y sus hallazgos.

Únicamente nos vamos a centrar en este trabajo, en el estudio de una parte del material cerámico confeccionado a mano y relacionado con la extracción de sal que aparece en la escombrera.

Esta escombrera ha sido el eje central de una parte de las investigaciones sobre los diferentes objetos hallados en el yacimiento.

También conviene mencionar nuestro agradecimiento a la Consejería de las Artes de la Comunidad de Madrid por los permisos y ayudas concedidos a la S.E.H.A. y al Ayuntamiento de Ciempozuelos por su destacada colaboración.

DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS

En este yacimiento se tienen inventariados, clasificados y descritos del orden de 6.500 fragmentos extraídos de los diferentes cortes abiertos en la escombrera y otros procedentes de las prospecciones en superficie.

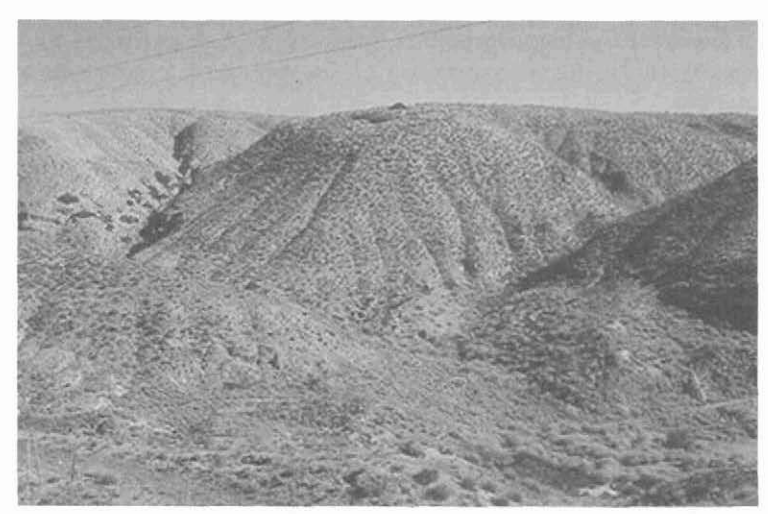


Lámina I. Vista general de Salinas de Espartinas.

Hemos seleccionado una pequeña parte de estos fragmentos pues, según diversos estudios en otros yacimientos, estos trozos muestran formas que están relacionadas con la confección de la sal.

Las características generales de estos fragmentos podemos resumirlas en los siguientes puntos: 1, la característica común a estos y al resto de recipientes cerámicos es su gran fragmentación y 2, la gran dispersión de los mismos que no permite la reconstrucción de formas completas.

Las únicas formas que podemos vislumbrar en relación con la explotación de la sal según la literatura específica sobre el tema son: *las grandes vasijas troncocónicas, algunos cuencos y los soportes.*

Las grandes vasijas troncocónicas presentan unos diámetros de boca muy abiertos que están en torno a los 40-50 cm, desconociendo los de las bases que tendrían un diámetro sensiblemente menor. Estas cazuelas de formas troncocónicas presentan impresiones de dedos en los bordes. Las pastas suelen contener desgrasantes orgánicos de

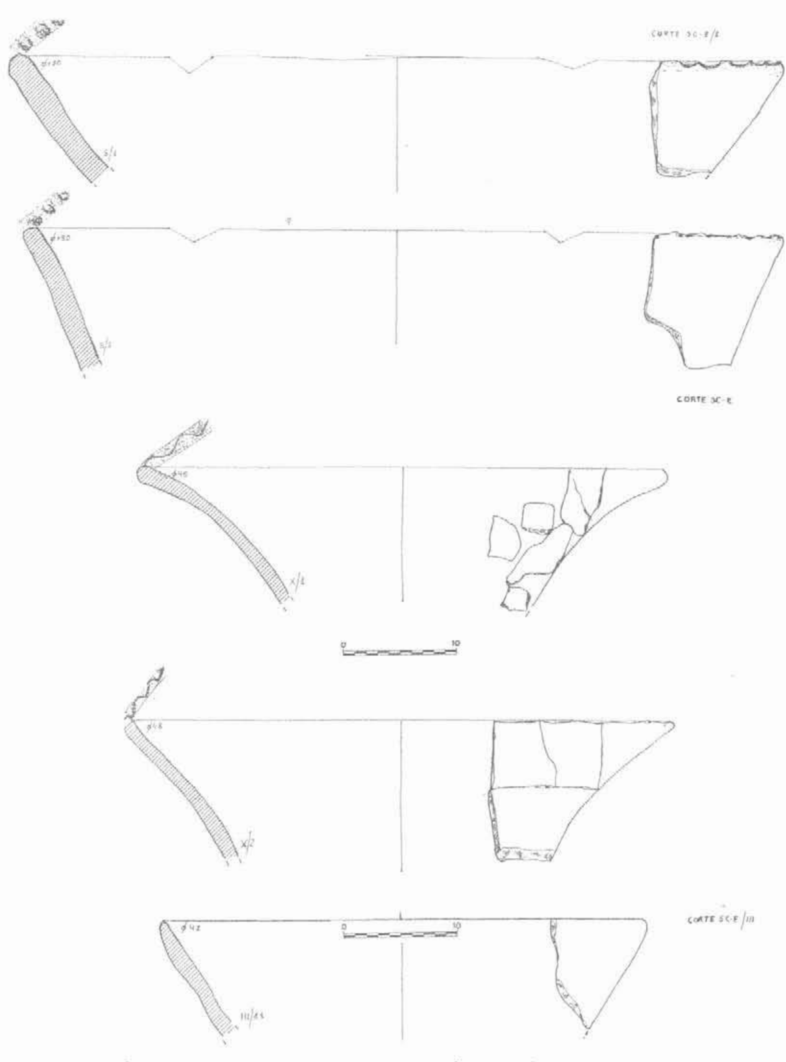


Figura 1. Grandes vasos o recipientes troncocónicos confeccionados a mano y relacionados con la primera cocción de agua salobre para precipitar la sal.

pajas, junto con otros muy gruesos inorgánicos de cuarzos, fundamentalmente. Las superficies son toscas o ligeramente alisadas. Las atmósferas de cocción predominantes son las oxidantes, debido a la alta temperatura y al continuo sometimiento al fuego. Al ser las vasijas troncocónicas unas piezas de gran tamaño, su fragmentación muestra trozos más grandes que otros recipientes. Algunos de estos fragmentos se reutilizaron en determinadas zonas, próximas a los hornos y en solados para la fabricación de la sal.

Los cuencos son piezas más pequeñas que las vasijas troncocónicas. Los diámetros varían entre 10 y 25 cm, mientras que otros superan los 40 cm. Sus formas muestran algunas variaciones. Las superficies están más cuidadas y presentan cocciones irregulares o reductoras con desgrasantes inorgánicos de tamaños medios y gruesos en sus pastas, a veces incluyen pajas u otros elementos orgánicos de tipo vegetal. No suelen llevar decoración en sus superficies que son de color negro o pardo oscuro con tratamiento alisado, espatulado o bruñido.

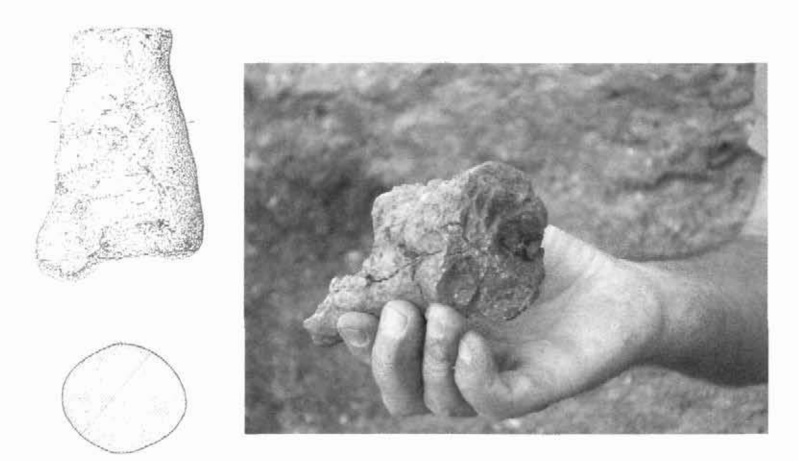


Lámina II. Soportes de barro cocido que servían para sujetar los recipientes cerámicos en los hornos.

Los soportes que se han documentado en la excavación se localizaron en el Corte 3C-E y pertenecen a dos fragmentos pequeños que corresponden a las zonas centrales de tipo cilíndrico, de confección muy tosca y cocidos en atmósferas oxidantes con gruesos desgrasantes orgánicos e inorgánicos, con las pastas y superficies rojizas.

En otras áreas del yacimiento se han documentado algunos vestigios de soportes de barro de bases planas y vástagos cilíndricos.

PARALELOS

Los yacimientos que muestran vestigios de explotaciones de sal de época prehistórica son los de Villafáfila en Santioste (Zamora) y el de la Marismilla en Puebla del Río (Sevilla).

El de Santioste (Zamora) corresponde a un poblado de fondos de cabaña, cercano al humedal de Villafáfila. Algunas de sus grandes fosas fueron utilizadas como hornos que estuvieron cubiertos de cenizas, además de gran número de fragmentos de cerámicas. Entre estos recipientes cerámicos destacan, los trozos de grandes vasijas con un diámetro superior a los 30 cm, donde se concentraba la sal por ebullición. Otras piezas más pequeñas eran los cubiletes o vasos que se emplearon como crisoles que debieron contener la sal más húmeda y se sujetaban sobre soportes cerámicos que se elevaban sobre las brasas (DELIBES, G. *et alii*, 1998, p. 172 y RIEHM, 1961, p. 181).

En el bajo Guadalquivir, se localiza otro de los yacimientos del que se extraía sal marina mediante el empleo también del fuego en La Marismilla. Entre los más de 8.500 fragmentos documentados, no se halló ninguna forma completa que se pudiera reconstruir. Se excavaron unas 17 estructuras ovales u oblongas. Entre los vestigios de los vasos se documentan varias formas, como las cazuelas (carenadas o de perfil elíptico), los cuencos y los vasos cilíndricos, además de soportes de barro (ESCACENA, J. L., RODRÍGUEZ DE ZULOAGA y LADRÓN DE GUEVARA, I. 1996, p 30-225). Algunos de estos recipientes, con un diámetro entre 30-40 cm, se usaron para conservar salazones o para guardar sal, necesaria tanto para las personas, como para el propio ganado (ESCACENA, J. L. *et alii*, 1996, p. 264-265).

Los cuencos abiertos o los de paredes verticales de la Marismilla son semejantes a los de las Salinas de Espartinas Sin embargo resulta significativa la ausencia de las formas abiertas troncocónicas con decoraciones de dedos en los bordes, tan comunes en el corte 3C-E de Espartinas. No obstante, la similitud más peculiar se da en las cazuelas carenadas, con decoración de triángulos incisos y puntillados, que es relativamente abundante en los niveles del

Neolítico Final en la Marismilla, (ESCACENA, J. L. *et alii*, 1996, figs. 12, 33. Láms XXIX) y que en Espartinas aparece en algunos fragmentos.

En Cardona, se han documentado algunos vestigios relacionados con una explotación ya desde el Neolítico medio, como parecen atestiguarlos determinadas hachas (WELLER, O. 2002: 274), y otros materiales expuestos en el museo de la ciudad.

En determinadas áreas de Europa existen numerosos yacimientos cuyos materiales cerámicos fragmentados se concentran en grandes depósitos o escombreras a lo largo de las costas y de varias cuencas fluviales o pantanos.

En Francia destacan varios yacimientos en diversas regiones. En el alto Garona nos encontramos Salies-du-Salat con restos de hornos para cristalizar la sal, numerosos vestigios rubefactados y fragmentos de cerámicas con decoraciones de cordones e impresiones digitales en los bordes, confeccionados en pasta grosera. La cronología de gran parte del material cerámico oscila entre el Bronce Antiguo y la Iª Edad del Hierro (CHOPIN, J. F. 2002: 189 y ss).

Yacimientos de explotación salinera se documentan en Pas-de Calais desde el Hallstatt hasta época augustea, con una importante producción durante La Tène, en los que destacan numerosos restos de moldes para la extracción de sal de diferentes períodos, además de la extracción de sal mediante el lavado de arena marina (WELLER, O y DESFUSSES, Y. 2002:63 y ss). En otros yacimientos se muestran importantes huellas de fragmentos cerámicos relaciona-

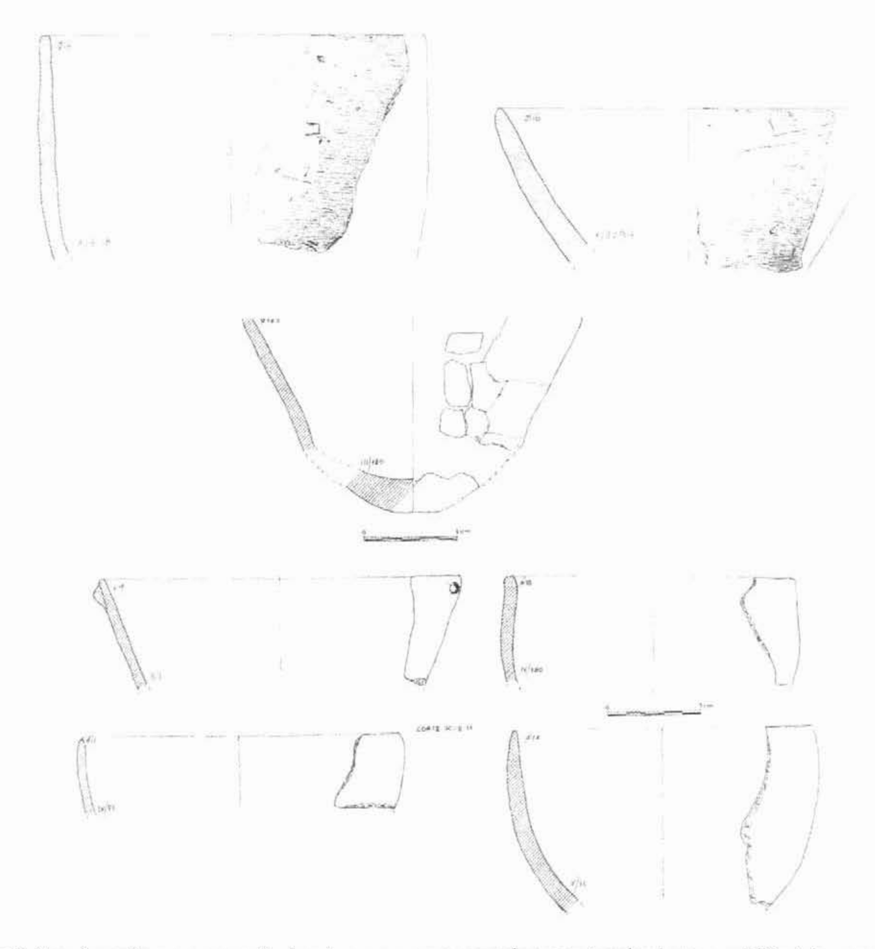


Figura 2. Pequeñas vasijas o cuencos confeccionados a mano que se romperían para extraer la sal una vez solidificada la masa salobre.

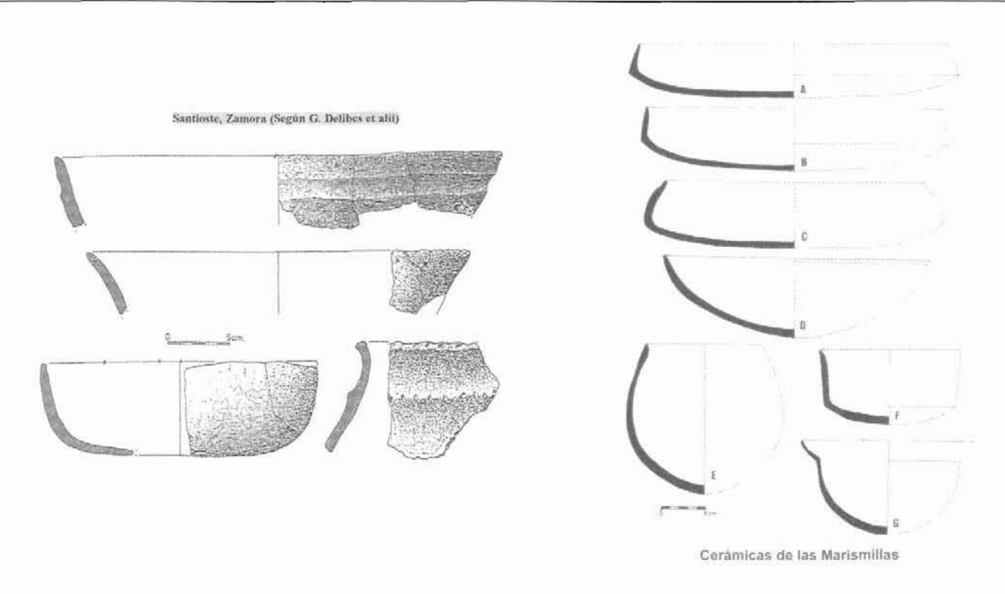


Figura 3. Fragmentos cerámicos relacionados con la explotación de la sal: Santioste (Zamora) y Las Marismillas (Sevilla).

Vasos de sal de Salies-de-Béarn

Recipiente procedente de Poiana Slatinei (Lunca, Rumania)

Cerámicas de La Seille en Moyenvic (Moselle, Francia)

Cerámica de Halle, vallée de la Saale (Allemagne)

Cerámicas de Champ-Durand et La Mastine (Marais poitevin

Figura 4. Recipientes cerámicos relacionados con la sal en diferentes yacimientos de Europa.

dos con los moldes de fabricación de sal Trègor (Bretagne), clasificados dentro de La Tène (DAIRE, M. I. 2002: 44 y ss), junto con otros soportes y recipientes troncocónicos de diámetros muy abiertos (entre 50 y 70 cm y 1,7 cm de espesor), hallados en la zona de Moselle (LAFFITE, J. D. 2001: 197 y fig. 10), fechados entre el Bronce Final y Hallstatt C-D.

En Alemania se destacan varios yacimientos repartidos entre la desembocadura del Wesser, el bajo Rhin, Alemania central y oriental. En Baden-Württemberg se localizaron numerosos fragmentos cerámicos y restos de moldes relacionados con la extracción de sal que muestran una amplia cronología que abarca desde un Neolítico Final hasta el siglo IV a. de C. (HEES, M 2002: 209 y ss). Algunos de estos moldes de tipo troncocónicos son semejantes a los de Espartinas.

En la región de Los Cárpatos orientales (Rumanía), junto a manantiales y fuentes de agua salada se documentan vestigios cerámicos que arrancan desde un Neolítico Final, hasta épocas más recientes. Entre las numerosas afloraciones relacionadas con la actividad salinera prehistórica, destacan los yacimientos localizados en los valles de Suceava y Buzau. Algunos de los depósitos cerámicos contenían fragmentos del Neolítico de la cultura de Cucuteni (MONAH, D. 2002: 135 y ss).

También en Italia existen numerosas afloraciones salinas relacionadas con las explotaciones desde época romana, vamos a mencionar un ejemplo con una actividad que se remonta a época prehistórica. En el entorno de la laguna de la Isla de Coltano, cerca de Pisa se han documentado un área con abundantes restos de hornos y fragmentos de cerámicas de formas grandes muy abiertas de formas troncocónicas que superan los 50 cm de diámetro. La cronología varía entre el Neolítico-Edad del Bronce a época Protohistórica (PASQUINUCCI, M. y MENCHELLI, S. 2002: 177 y ss).

Los trabajos de Oliver Weller muestran en los últimos congresos una importante documentación e información sobre los yacimientos salineros europeos y sus descubrimientos más recientes, además de los diferentes sistemas de explotación (WELLER, O. 2002: 163 y ss).

CONCLUSIONES

En la factoría de sal de Santioste (Zamora), las dataciones absolutas tanto en las cabañas del poblado como en los grandes cenizales de los hornos, dan una cronología de 1800 años a. C. y 1830 a. C, respectivamente (DELIBES, G. *et alii*, 1998, p. 167). Estas ocupaciones en los bordes de los humedales fueron estacionales y en períodos del estío (DELIBES, *et alii*, 1998, p. 178).

La cronología en la Marismilla está entre el Neolítico Final y el Calcolítico (ESCACENA, J. L., RODRÍGUEZ DE ZULOAGA y LADRÓN DE GUEVARA, I. 1996, p 30-225).

En Espartinas, las excavaciones no han llegado, por el momento, a la base de la escombrera, lo que no permite establecer la secuencia estratigráfica del yacimiento. En la actualidad tampoco disponemos de los resultados solicitados del análisis de C14. Sin embargo, un muestreo de los materiales cerámicos nos lleva a avanzar un período de explotación que arrancaría, por el momento, en el Calcolítico, incluyendo otros períodos de época romana, medieval-musulmana y llegando hasta el siglo XX.

Los trabajos de excavación en la escombrera han mostrado destacados materiales pertenecientes al Calcolítico, en su mayoría, (VALIENTE, S., AYARZAGÜENA, M., MONCÓ, C. y CARVAJAL, D.: 2002), además de los informes remitidos a la Consejería de las Artes de la Comunidad de Madrid, donde se reproducen fragmentos cerámicos Campaniformes.

Los importantes fragmentos cerámicos descubiertos en salinas de Espartinas, ponen en relación este yacimiento con otros repartidos por Europa. Varios moldes troncocónicos de sal de tipología semejante, se documentan en Alemania en Halle en el valle del Saale donde se fechan entre el 3.200 y el 2.800 a. C. En Cham-Durand y en

La Mastine se fechan a partir del Neolítico Reciente, mientras que los hallazgos de los yacimientos de la Moldavia rumana se fechan a partir de la mitad del V° milenio y algo más recientes son los de Bosnia-Herzegovina (WELLER.O 2001: 165).

Las técnicas de los moldes o grandes vasijas troncocónicas son abiertas, se fabricaron con técnica de *columbines*, presentan impresiones de dedos en los bordes y en general, todos los recipientes aparecen muy fragmentados en todos los yacimientos, lo que no permite obtener formas completas. Sin embargo en salinas Espartinas los fragmentos más numerosos, a parte de los galbos, son los bordes y escasos las bases, frente a los yacimientos de centro Europa, donde abundan proporcionalmente los fondos planos (WELLER, O. 2001: 166).

BIBLIOGRAFÍA

- **Boulanger, D. y Saule, M. (1986):** *"Le sel triàsique et son exploitation á Salies-de-Bearn. Histoire d´une cité en relation avec la richesse de son sous sol"*, Colloque International du C.T.H.S. Grenoble. 1983. Ressources minerals et l´histoire de leur explotation. París.
- **Cabourdin, G. (dir.) (1981):** *"Le sel et son histoire"*,Actes du Colloque de l ´Association Interuniversitaire de l ´Est, Nancy 1-3 Oct. 1979.
- **Cañaveras, J.C., Calvo, J.P., Hoyos, M. y Ordóñez, S. (1996):** *"Paleomophologic features of an Intra-Vallesian Paleokarst, Tertiary Madrid Basin: significance of paleokarstic surface in continental basin analysis"*. P. Friend & C.J. Cabrio Eds: Tertiary Basins of Spain, Cambridge University Press. pp: 278-284.
- **Chopin, J.F. (2001):** *"Le Collège des Trois-Vallés á Salies-du-Salat (Haute-Garonne). Un nouveau site de production de sel dans le Sud-Ouest de la France"*, Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP,pp. 189 y ss. Liège.
- **Daire, M.Y. (2001):** *"Ateliers de bouilleurs de sel en Trégor (Bretagne). Données récentes et inédites"*.Archéologie du sel: Techniques et sociétés. Internationale Archäologie. ASTK, XIV Congrés UISPP, pp.31-46 Paris.
- **Delibes, G. (1977):** *"Sal y jefaturas. Una reflexión sobre el yacimiento del Bronce Antiguo de Santioste, en Villafáfila (Zamora)"*, Brigecio. Revista de estudios de Benavente y sus tierras, n° 3.
- **Delibes, G. (coord.), Viñé, A. y Salvador, M. (1998):** *"Santioste, una factoría salinera en el inicio de la Edad del Bronce en Otero de Sariegos (Zamora)"*, Universidad de Valladolid.
- **Escacena, J.L., Rodríguez de Zuloaga, M., Montesino, M. y Ladrón de Guevara Sánchez, I. (1996):** *Guadalquivir salobre. Elaboración prehistórica de la sal marina en las antiguas bocas del río.* Sevilla.
- **Gouletquer, P. (1970):** *"Les briquetages armoricains. Technologie protohistorique du sel en Armorique"*, Travaux du Laboratoire de Rennes, Rennes.
- **Gouletquer, P y Daire, Y. (1994):** *"Le sel de la prehistoire et de la protohistoire"*. Daire, M.Y. (dir): Le sel gaulois. Bouillers de sel et ateliers de briquetages armoricains a l ´Age´du Fer, Les Dossiers du Centre Regional d´Archaeologie d´Alet, supp. Q. Rennes.
- **Gouoletquer, P., Kleiman, D. y Weller, O. (1994):** *"Sels et techniques"*. Daire, M.Y. (dir): Le sel gaulois. Bouilleurs de sel et ateliers de briquetages armoricains a l´Age du Fer. Dossiers du Centre Regional d´Archaeologie d´Alet, supp. Q. Rennes.
- **Gual Camarena, M. (1967):** *"Para un mapa de sal hispana en la Edad Media"*. Homenaje a Jaime Vicens Vives. Facultad de Filosofía y Letras, Barcelona.
- **Guy Cabourdin, (1979):** *Le sel et son histoire*, Nancy 1-3, Octob.
- **Hees, M. (2001):** *"Production et comerce du sel á L´Age du Fer en Baden-Württemberg (Allemagne)"*, Archèologie du sel:Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP,pp. 209-215 Liège.
- **Hernández Pacheco, E. y F. (1926):** *Aranjuez y el territorio al sur de Madrid, Excursión* B-3. XIV Congreso Geológico Internacional, Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- **Hopkinson, B. (1975):** *"Archaeological evidence of saltmoulding at important European saltsites and its relationship to the distribution of Urnenfelders"*, The Journal of Indoeuropean Studies, 3. 1.

- **Laffite, J.D. (2001):** *"Le briquetage de la Seille á Moyenvic (Moselle, France), au lieu-dit "Les Crôleurs"*, Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, París.
- **Lemaire, F. (2002):** *"L'atalier de saunage augustéen du site de Concil-le-Temple"Fond de la Commanderie" (Pas-de-Calais)"*. Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, pp. 53-62. Paris.
- **López Gómez, A. y Arroyo Ilera, F. (1994):** *"Salinas interiores y abastecimiento de sal en las tierras madrileñas a finales del siglo XVI"*, Boletín de la Real Academia de la Historia, CXCI, Madrid.
- **López Gómez, A. y Arroyo Ilera, F. (1983):** *"Antiguas salinas de la comarca de Aranjuez"*, Estudios Geográficos, 44, Madrid, p. 339-370.
- **López Sáez, J.A., Van Geel, B., Farbos-Texier, S. y Diot, M.F. (1998):** *"Remaques paléoécologiques a propos de quelques palinomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France,* Revue de Paléobiologie, 17 (2), p. 445-459.
- **Margalef, R. (1956):** *"La vida en las aguas de elevado residuo salino de la provincia de Zamora"*, Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada, CSIC, XXIV, Madrid.
- **Martín Sánchez, M., Macías Rosado, R., López García, P., López Sáez, J.A., Consuegra Rodríguez, S y Del Río, P. (2001):** *"El paisaje durante el Subboreal en el entorno del yacimiento de Gózquez (Madrid)"*, XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos en Lengua Española (A.P.L.E.), p. 319-332, Cartagena.
- **Monah, D. (2002):** *"L´exploitation préhistorique du sel dans les Carpates orientales"*. Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, París, p. 135 y ss.
- **Morere, N. (1994):** *"La sal en la Península Ibérica. Los testimonios literarios antiguos"*, Hispania Antiqua, XVIII, p. 235-250.
- **Morere, N. (2001):** *"Â propos du sel hispanique"*. Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, París, p. 183-188.
- **Muñoz, K., García, T. e Izquierdo, D. (1995):** *"Aportaciones al estudio de la Edad del Cobre en la Cuenca Media del río Tajo"*, B.S.A.A. LXI, Universidad de Valladolid, Valladolid, p. 31-50.
- **Nenquin (1961):** *"Salt. A study in economic prehistory"*, Dissertationes Archaeologicae Gandense, VI, Brugge.
- **Pasquinucci, M. y Menchelli, S. (2001):** *"The Isola di Coltano Age village and the SALT production in North coastal Tuscany (Italy)"*. Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, Liège, p. 177 y ss.
- **Pastor, R. (1963):** *"La sal en Castilla y León. Un problema de alimentación y del trabajo y una política fiscal (siglos X-XIII)"*, Cuadernos de Historia de España, 36-38.
- **Puche, O., Ayarzagüena, M. y Mazadiego, L. (2001):** *"Salinas históricas de la Comunidad de Madrid: caso particular de Espartinas"*. Congreso Geológico y Minero, Universidad de Huelva, Huelva.
- **Riehm, K. Von. (1961):** *"Prehistoric salt building"*, Antiquity, XXV, p. 181-191.
- **Riehm, K. Von. (1961):** *"Die Produktionstechnik urgeschichtlicher Salzsieder"*, Neue Ausgrabugen and Forschungen in Niedersachsen, 4, p. 89-122.
- **Roquero, E., Silva, P.G. y Bardají, T. (1996):** *Evolución Geomorfológica de los Valles del Sector Centro-Meridional de la Cuenca de Madrid,* Itinerarios Geológicos desde Alcalá, pp. 99-119.
- **Rouzeau, N. *et alii* (2001):** *"Sauneries et briquetage. Essais sur la productivité des établissements salicoles gaulois du Centre-Ouest Altantique d´aprés l´etude du gisement de Nalliers (Vendée)"*, Archèologie du sel: Techniques et societés, Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, París.
- **Saile, T. (2001):** *"Le commerce du sel dans l´Europe Centrale préhistorique"*, Archèologie du sel: Techniques et societés, Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, pp. 223 y ss. Liège.
- **Saule, M. (1976):** *"L´exploitation du sel, la ceramique de l´age de Bronze et de l´epoque gallo-romaine á Salies-de-Béarne"*, Société des Sciences, Lettres et Arts, Bearn et Pau.
- **Saule, M. (1982):** *"La fabrication du sel et la ceramique de l´Age du Bronze á Salies-de-Béanr"*. Catalogue de l´Exposition "l´Age des Metaux en Béarn", Pau.
- **Silva, P.G., Goy, J.L. y Zazo, C. (1998):** *"Neotectónica del Sector Centro-Meridional de la Cuenca de Madrid"*, Estudios Geológicos, nº 44, p. 415-427.

- **Valiente, S., Ayarzagüena, M., Moncó, C. y Carvajal, D. (2002):** *"Excavación arqueológica en las Salinas de Espartinas (Ciempozuelos) y prospecciones en su entorno"*, Archaia. nº 2, vol, 2, Ciempozuelos.
- **Valiente Cánovas, S., Gea García, A., López Cidad, J.F. y Ayarzagüena Sanz, M. (2003):** *"Algunos datos sobre cestería y fibras vegetales aplicadas a vasijas de barro de la Edad del Bronce en las "Salinas de Espartiunas", (Ciempozuelos, Madrid)"*. Pátina, vol. 13. Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Madrid.
- **Weller, O., Pètrequin, P., Pètrequin, A.Mª y Couturaud. (1966):** *"Du sel pour les èchanges sociaux. L´exploitation des sources salèes en Nouvelle-Guinèe (Irian, Jaya Indonèsie)"*, Journal de la Societè des Océanistes C.N.R.S. nº 102, Musée de l´Homme, Paris.
- **Weller, O. (2001):** *"Aux origines de la production du sel en Europe. Vestiges, fonctions et enjeux archéologique"*, Archèologie du sel: Techniques et societés, Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, París 1998.
- **Weller, O y Desfosses, Y. (2002):** *"Les ataliers sauniers de Sorrus (Pas-de- Calais: un apport majeur aux techniques de production de sel et à leur évolution durant le second Âge du Fer"*. Archèologie du sel: Techniques et societés, Internationale Archäologie, ASTK XIV Congrés UISPP, París pp. 63y ss.1998.

Sistemas de explotación de la sal en las Salinas de Espartinas

M. Ayarzagüena Sanz y D. Carnaval García
Sociedad Española de Historia de la Arqueología.
seha@arrakis.es

RESUMEN

Las investigaciones arqueológicas realizadas en las Salinas de Espartinas desde 2001 demuestran la utilización de sistemas de beneficio de la sal desde el Calcolítico y que podrían remontarse a épocas anteriores (los sondeos no han llegado a la base) lo que sitúa cronológicamente estas salinas como las más antiguas del ámbito mediterráneo.

El método más antiguo registrado es el de cristalización por cocción de las aguas mueras en recipientes cerámicos calentados al fuego. La recolección directa de la sal en charcos y márgenes del arroyo salobre en época estival es obviamente anterior al conocimiento de métodos de producción y es posible que persistiera su práctica en temporada con el consiguiente ahorro de combustible.

El sistema de cristalización en balsas artificiales, anterior al control de la producción y distribución de la sal por la Roma Imperial, es el más utilizado en nuestras latitudes hasta hoy. Este método implica la organización de la salina en un conjunto de estanques o balsas de poca profundidad donde cristalizará la sal en los meses de verano tras una fase previa de concentración y decantación en un primer presón o estanque más profundo.

El descubrimiento de la thenardita en las Salinas de Espartinas en 1826 favoreció su reactivación a finales del siglo XIX, añadiendo a la tradicional producción de sal común, muy castigada por la competencia de las salinas costeras, la del sulfato de sosa, para cuyo beneficio se recurrió a algunos métodos que eran utilizados de antiguo para apartar las sales nocivas o purgantes que contienen las aguas de la mina y que hasta entonces eran utilizadas muy marginalmente o desechadas como indeseables.

ABSTRACT

The archaeological researches carried out in the "Salinas de Espartinas" since 2001 prove the use of salt extraction system since the Calcolithic and even they could go back to the earlier stages like the Late Neolithic (the tests drillings did not go as far as the background). That is why we can claim that these saltmines are the oldest of the Mediterranean area. The oldest extraction method is the firing crystallization of brines in ceramic container heated by fire. The salt direct collection in pools and banks of the briny stream during the summer is obviously prior to the knowledge of production methods, and it is possible that her practice would remain for some time (season) with the consequent combustible saving.

The crystallization system in artificial balsas, previous to the control of the salt production and distribution by the Imperial Rome, is the most used in our latitudes until now. This method involves the organisation of the saltmine in a collection of ponds or balsas with very few depth where the salt will crystallize during the summer after a previous phase of concentration and decanting in a first more depth reservoir or pond.

The discovery of the thenardita in the "Salinas de Espartinas" in 1826 helped their revival in the ending of the 19th Century, adding to the traditional production of common salt, very punished by the competence of coastal saltmines, the soda sulphate. In order to do it some methods, which were used in previous stages to separate the harmful or purgatives salts contained in mine waters with a marginal use or rejected, were used.

El yacimiento arqueológico de las Salinas de Espartinas se localiza al sur del término municipal de Ciempozuelos al pie de los escarpes yesíferos de la margen derecha del Jarama y junto a la línea del ferrocarril Madrid-Alicante, en el límite del término de la provincia de Madrid con la de Toledo. Las diferentes explotaciones de las salinas a lo largo de más de cuatro milenios han ido modelando el paisaje y morfología del entorno tras el acarreo de piedras de yeso

extraídas, así como por las construcciones de canales, balsas con materiales de la zona y la apertura de numerosas cuevas desde la Prehistoria hasta hace unos 40 años en que finalizó la explotación. Las diversas técnicas aplicadas a lo largo de los siglos también afectaron al ecosistema, que se ha visto modificado y alterado.

Las investigaciones sistemáticas por parte de la Sociedad Española de Historia de la Arqueología (SEHA) se iniciaron en el año 2001 tras un encargo realizado por la Dirección General del Patrimonio Histórico de la Comunidad Autónoma de Madrid con la finalidad de estudiar la conveniencia de declararlas Bien Interés Cultural. Una vez cumplido el encargo ese año se demostró la importancia del yacimiento que revelaba no sólo un acentuado interés por ser el único yacimiento prehistórico madrileño en el que se constataban diversos modelos de explotación prehistórica de la sal desde los inicios del Calcolítico, sino que se podían intuir en alguna de las innumerables cuevas existentes de las que fueron utilizadas durante la última Guerra Civil por encontrarse la zona en pleno frente del Jarama, su naturaleza funeraria de cronología altomedieval. En vista de ello, la Dirección General del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid volvió a encargar a la SEHA la continuación de los trabajos en los años 2002 y 2003, para lo que contamos con la inestimable colaboración del Excmo.Ayuntamiento de Ciempozuelos que, entre otras ayudas, nos dejó unos locales para que pudiéramos realizar nuestras investigaciones y lo utilizáramos como laboratorio.

En nuestros trabajos hemos podido documentar dos modelos bien diferenciados de explotación de la sal: por combustión ígnea y por evaporación-precipitación.

MODELO PREHISTÓRICO DE OBTENCIÓN DE LA SAL

Las excavaciones de época prehistórica se han centrado en un pequeño cerro en el que eran visibles en superficie numerosos fragmentos de cerámicas prehistóricas. Este cerro tiene un centenar de metros y una anchura de unos 30 m. y está conformado por una acumulación antrópica y que aparece horadada en varias decenas de pequeñas cuevas, algunas hundidas, de cronología muy diversa, y que muestran en sus paredes una estratigrafía de niveles terrosos y de yesos con cerámica fragmentadas y cenizas y cuya interpretación ha sido, y es, uno de los objetivos de la excavación.

Los fragmentos cerámicos más interesantes corresponden al horizonte campaniforme de los que ya se habla en otra comunicación en este congreso. Habiéndose recuperado hasta el momento más de veinte fragmentos pertenecientes a diferentes vasijas con estilo decorativo muy diverso y que, en cualquier caso, permiten relacionar los famosos vasos campaniformes estilo Ciempozuelos descubiertos a finales del siglo XIX con la riqueza que generaría la explotación de la sal en dicha época.

Este tipo de yacimientos son relativamente corrientes en Europa en época calcolítica y en la Edad del Bronce, e incluso en España tenemos dos buenos ejemplos además del de Salinas de Espartinas, como son el de Santioste en Zamora (DELIBES DE CASTRO, G.; VIÑÉ ESCARPÍN, A. & SALVADOR VELASCO, M., 1998) y el de la Marismilla en Sevilla (ESCACENA, J.L. *et alii,* 1996). En nuestro caso, a pesar de que el área excavada es aún muy restringida podemos asegurar que en sus líneas básicas se mantienen los que sus excavadores plantean para los yacimientos españoles antes citados. Es curioso que, por otra parte, esta unicidad en cuanto a las formas generales de producción de la sal se mantiene constante durante la Edad del Bronce no sólo en la península Ibérica sino también por toda Europa. Básicamente el procedimiento consiste en el calentamiento, en grandes vasijas, de agua con una gran densidad de sal hasta obtener un líquido viscoso por su fuerte concentración salina que está iniciando la cristalización. Entonces esta salmuera se echa en vasijas mucho más pequeñas cuyo contenido se hace hervir hasta conseguir la formación de los panes de sal, tras lo cual la vasija se rompe quedando un pan de sal listo para el consumo. Las cámaras de combustión no serían auténticos hornos, pues no se necesitaría, e incluso sería perjudicial, alcanzar grandes temperaturas durante largo tiempo. La sal tendría más calidad si se mantenía una temperatura alta, pero no demasiado elevada, durante largo tiempo. Así pues las cámaras no estarían demasiado cerradas, y sí se buscaría que un calor latente que aportarían fragmentos cerámicos situados en su parte inferior.

Junto a los fragmentos cerámicos nos aparecen frecuentemente soportes de barro crudo, de color rojizo y que habrían servido para elevar los pequeños cubiletes cerámicos por encima del nivel de las brasas (foto 1).

Sin embargo, debemos dejar constancia de que en este yacimiento estos soportes proceden de niveles superiores. En las cámaras de combustión que nosotros hemos excavado han aparecido un buen número de estos soportes, pero ninguno *in situ*, pues nos aparecen en la zona de revuelto encima de las áreas de combustión. En estas zonas de combustión nos aparece un nivel potente de cenizas muy blancas, sin prácticamente carbones (foto 2), lo que podría indicarnos la utilización de paja u hojas como combustible. Bajo las cenizas nos encontramos con restos de grandes vasijas que podrían haber sido utilizadas para mantener un calor latente por su naturaleza refractaria, al utilizarse un combustible de quema rápida (foto 3). Es curioso señalar que también aparecen esporádicamente pequeñas balsas de unos 30 cm. de diámetro, construidas íntegramente en greda, y que podrían haber sido utilizadas como pequeñas balsas de precipitación para mejorar la calidad de la sal, pues allí se depositarían los sulfatos antes de proceder a la cocción (foto 4). Esta interpretación no deja de ser una especulación, pero de momento nos parece la más viable.

LA EXPLOTACIÓN DE LA SAL EN SALINAS DE ESPARTINAS EN ÉPOCA HISTÓRICA

Tras la constatación de la explotación de la sal en el Calcolítico-Edad del Bronce, aún no hemos encontrado la explotación de la sal en el yacimiento durante la Edad del Hierro y Edad Antigua, si bien no debemos dejar de reseñar que en la loma formada por los escombros de la explotación del Calcolítico-Edad del Bronce hemos encontrado seis fragmentos de *terra sigillata* de tipo Hispánica y clara. Esto nos lleva a pensar que el lugar de explotación de la sal en esos momentos no podía estar muy lejos de la ubicación prehistórica, lo que no sería extraño, pues ésta se ubicaba junto al lugar donde fluía el pequeño venero de agua salobre. La primera documentación escrita sobre Salinas de Espartinas se trata de una venta entre las órdenes de Santiago y Calatrava, en 1182, intercambiándose parte de estas salinas por la Villa de Ocaña, lo que nos da una idea del valor e importancia que entonces tenía la sal y, más concretamente este yacimiento.



Foto 1. Soporte de barro para levantar los cuencos cerámicos utilizados para la obtención de sal.



Foto 2. Corte transversal de una zona de combustión donde se aprecian las cenizas de color muy blancuzco.

Ya centrándonos en la técnica de la explotación histórica de la sal, debemos decir que desde la Edad Media no tenemos constancia de que se practicase la combustión en la explotación de la sal en Salinas de Espartinas, sino que se realizaría mediante balsas. Asimismo, el abundante número de pequeñas oquedades adyacentes a las balsas con desnivel hacia el interior nos lleva a pensar en la relación que pudiera haber entre ambas estructuras: balsas y cuevas (foto 5). Si bien muchas veces la explotación se haría directamente en pequeñas balsas, otras se utilizarían conjuntamente las balsas y las covachas de la siguiente forma: en el fondo del agua depositada en las oquedades preci-



Foto 3. En primer término, a la derecha, obsérvese el lecho de fragmentos de grandes cerámicas.



Foto 4. Corte transversal de una pequeña balsa de precipitación.

pitaría el sulfato al encontrarse en ambiente frío, quedando el agua muera con una calidad apta para extraer de ella sal comestible, al desprenderse de las impurezas. Esta agua ya en la balsa contigua se evaporaría quedando la sal lista para poder recogerse.

El sulfato de sosa fue adquiriendo progresivamente mayor importancia económica en los procesos industriales del siglo XIX por la Revolución Industrial (especialmente utilizada en la elaboración de jabones), por lo que fue siendo cada vez más apreciado en Salinas de Espartinas, señalando Casiano de Prado, en la *Descripción Física y*



Foto 5. En el centro, entrada a una cueva artificial construida para la precipitación de sulfatos. Delante tenía una pequeña balsa y, a su derecha, una pequeña construcción para el salinero.

Geológica de la Provincia de Madrid (1864: 146) que en estas salinas " además de sal común, se obtiene mucho sulfato de sosa". El mismo Casiano de Prado (1864: 146-147) da cuenta de la abundancia en las Salinas de Espartinas de sosa sulfatada, thenardita y glauberita.

Los Hernández-Pacheco, padre e hijo, con motivo del XIV Congreso Geológico Internacional, celebrado en Madrid en 1926 describían cómo se explotaba este sulfato. Mientras que en verano, se obtenía la sal común en las balsas, por el método salinero tradicional por evaporación:"En invierno las aguas cargadas de productos salinos, son detenidas dentro de las galerías subterráneas y mediante chimeneas de ventilación, abiertas en la ladera, penetra aire frío del ambiente, que, como tiene menor temperatura que el agua que brota del terreno, enfría a esta y se depositan las sales sódicas, acumulándose en el fondo de las galerías, constituyendo la masa de sulfato sódico depositado, lo que llaman compasto...".

En la Edad Moderna el agua se tomaba principalmente de dos veneros, la Mina Grande (foto 6) y la Mina Chica. La primera de estas minas era la que suministraba agua muera más abundante y con mayor calidad. En el siglo XIX se practicaron y mejoraron las dos galerías, que se revistieron en parte con ladrillos, practicando algunas entibaciones en madera, de tal forma que la base de la galería quedase más baja que la salida del agua. Con el agua así retenida, y en ambiente frío, el sulfato se depositaba en la base de las canalizaciones hechas al efecto, de forma que era fácil recogerlo.

Una vez las aguas mueras salían al exterior, discurrían por canales de madera de escasa pendiente hasta la balsa calentador de San Miguel y, desde allí, se distribuía por canales realizados en tablas de madera a las diferentes balsas de evaporación, que en número de 19 llegaron a disponer de una superficie de evaporación superior a los 6.000 m^2. Ya en el siglo XX se fabricó un substrato de hormigón, con abundancia de cantos rodados (ancho 0,58 m) sobre ellos se dispuso un conducto semicilíndrico de uralita (0,37 m ø), reforzado o cajoneado lateralmente por ladrillos (PUCHE, O.; AYARZAGÜENA, M. & MAZADIEGO, L.F., 2000). Para evitar la evaporación en los canales se cubrían con losas de granito (de 80x50x15 cm.). Estas losas, planas por una o ambas caras, y talladas, muy probablemente proceden de las antiguas villas romanas que se encuentran muy próximas a las salinas (foto 7).

Cinco de las balsas se encontraban revestidas de tablas de madera, llamadas andenes, y en el resto se ponían esteras de esparto en los bordes. Debemos pensar en la escasez de madera en la zona y en la abundancia del esparto. Además, parece que estas balsas producían la sal de mayor calidad. Todavía hoy en día queda abundante número de estas esteras esparcidas por los alrededores de las salinas.

La preparación de las balsas era muy laboriosa, necesitando al menos dos composturas anuales. Las balsas tenían una base de arcilla con el fin de impermeabilizarlas. Esta arcilla, que se regaba con salmuera y se aplastaba a golpes de mazo, era obtenida de las proximidades. En algunas ocasiones se colocaba encima una base de madera, pues con esta base se produciría mejor sal. Algunas veces el suelo de la balsa se hacía con cantos rodados, previamente "fileteados", razón por la que aparecen en cantidad por todos los alrededores de las Salinas de Espartinas, y, lo que es aún más curioso, en los yacimientos romanos próximos a las salinas también podemos ver estos cantos fileteados, lo que quizá podría suponer indicios de práctica salinera por medio de balsas en la villa romana próxima a Espartinas.

En la margen derecha del Arroyo Salinas, existe un pozo y un depósito que es posible se utilizase para aportar aguas mueras en momentos en que estaban en déficit. De todas formas, esto complementaría la importante labor desarrollada en la margen derecha del arroyo, donde se pueden observar profundas brechas realizadas en las crestas de los montículos para suministrar agua a las balsas situadas en la margen izquierda. Para pasar el agua de una margen a otra se utilizarían pequeños puentes utilizados a modo de acueducto, de algunos de los cuales quedan vestigios en la zona de las cuevas altomedievales. También se pueden observar en algunos puntos canalizaciones cerámicas, probablemente del s. XVI, que se dirigen hacia estos puentes hoy desaparecidos (foto 8). Estos aportes hídricos en el estiaje procurarían evitar que el sistema se "encalmase", favoreciendo la circulación de las salmueras.



Foto 6. Entrada a la Mina Grande.

Debemos tener en cuenta que la elaboración de sal era una técnica muy compleja, sujeta a muchas variables, lo que determinaba la calidad de la sal obtenida. Estas técnicas muchas veces tenían un carácter familiar que pasaba verbalmente de padres a hijos, según procedimientos reservados, por lo que no quedaban por escrito.

Por último, señalar que en breve quizás podamos disfrutar de nuevo de la producción salinera en Salinas de Espartinas. Después de cuarenta años de haberse paralizado la producción en los meses próximos se van a declarar Bien de Interés Cultural. Será entonces, con la puesta en valor correspondiente en la que están empeñados el



Foto 7. Canal de comunicación entre balsas con cubierta de gruesas lanchas de granito, probablemente procedentes de las villas romanas ubicadas en el valle del Jarama.



Foto 8. Fragmentos de canalizaciones cerámicas.

Ayuntamiento de Ciempozuelos y la Comunidad de Madrid cuando los jóvenes y mayores puedan disfrutar y conocer un paraje y unos modos de producción y vida que si bien han quedado ya obsoletos han sido los que han ayudado a conformar unos modos de ser y pensar de una población y de todo el territorio que le circunda.

BIBLIOGRAFÍA

- **Delibes de Castro, G., Viñé Escarpín, A. y Salvador Velasco, M. (1998):** "Santioste, una factoría salinera de los inicios de la Edad del Bronce en Otero de Sariegos (Zamora)", en DELIBES DE CASTRO, G. (coord.), *Minerales y Metales en la Prehistoria reciente:* 155-197.
- **Escacena, J.L., Rodríguez de Zuloaga, M., Montesino, M. y Ladrón de Guevara Sánchez, I. (1996):** *Guadalquivir salobre. Elaboración prehistórica de sal marina en las antiguas bocas del río*, Sevilla.
- **Hernández Pacheco, E. y Hernández Pacheco, F. (1926):** Excursión B-3: Aranjuez y el territorio al Sur de Madrid. XIV Congreso Geológico Internacional. Ed. I.G.E. Madrid.
- **Madoz, P. (1847):** Descripción Geográfico-Estadística-Histórica de España y de sus posesiones de ultramar. Est. Tipográfico-Literario Universal. Madrid. Tom. VI. Pág. 387.
- **Prado, C. (1864):** Descripción Física y Geológica de la Provincia de Madrid. Ed. Junta Gral. de Estadística. Madrid.
- **Puche, O., Ayarzagüena, M. y Mazadiego, L.F. (2000):** "Salinas históricas de la Comunidad de Madrid: Caso particular de Espartinas". En: ROMERO, Emilio; GONZÁLEZ, Arsenio; CARVAJAL, Domingo J. & GARRIDO, Ramón, *Actuaciones sobre el patrimonio minero-metalúrgico. Actas de la III Sesión Científica.* p. 19. Servicio de Publicaciones. Universidad de Huelva. Contiene CD ROM, Huelva.

Útiles y adornos del Neolítico y Calcolítico madrileños: caracterización petrológica y áreas de captación

J.Mª García de Miguel*, I. Paniagua* y J. Jiménez Guijarro**
*E.T.S.I. Minas-UPM.
**SEHA-Dep. Prehistoria. UCM.
jmgar@dinge.upm.es

RESUMEN

Se presenta una síntesis de los resultados obtenidos del trabajo de caracterización petrológica de materiales arqueológicos -útiles y adornos- de cronología neolítica y calcolítica (VII-IV milenios BP). Se presenta el uso de diferentes técnicas de caracterización, destructivas y no destructivas, con un tratamiento especial del MEB. Esta técnica ha demostrado una gran versatilidad de cara a la caracterización general de muestras de pequeño tamaño y alto valor que no pueden ser sometidas a procesos analíticos destructivos. Los resultados obtenidos permiten establecer una serie de áreas de captación en torno a las cuales, los grupos prehistóricos se aprovisionarían, directamente o a través de intercambio, de las materias primas destinadas a la elaboración de útiles pulimentados y adornos.

Palabras clave: Calcolítico, Madrid, minerales, Neolítico.

ABSTRACT

A synthesis is presented of recent petrologic characterization about some archaeological remains -tools and drops- from Neolithic and Calcholithic sites (VII-IV millenniums BP). The use of different characterization techniques -destructive and non destructive is presented with a special emphasize on the MEB. This technique has shown to be of great versatility for samples of small size and high value that cannot be submitted to destructive analytic processes. The results allow to establish a series of collecting areas around which, the prehistoric groups could have supply themselves either directly or by means of the exchange of the needed row material for the manufacture of polished tools and drops.

Key words: *Copper Age, Madrid, minerals, Neolithic.*

INTRODUCCIÓN

Una gran parte de los materiales prehistóricos hallados en los yacimientos arqueológicos son de origen mineral. Desde las etapas más lejanas de la Prehistoria el ser humano ha empleado cuantos elementos podía transformar para convertirlos en un útil funcional o en un adorno.

El uso de los minerales y rocas, casi la práctica totalidad de los elementos que han llegado hasta nosotros gracias a su resistencia, ha sido generalmente minusvalorado por parte de los arqueólogos. Durante décadas, y aún hoy en día, las caracterizaciones de elementos minerales, o no han sido realizadas o sencillamente han sido agrupadas en taxones genéricos como el sílex, la piedra dura (*sic*), o la calaíta (en el caso de las rocas verdosas empleadas para la fabricación de cuentas y abalorios). Este tipo de caracterizaciones arbitrarias y poco científicas, muchas veces, no es útil más que para realizar una mínima descripción de los elementos, pero casi nunca permite profundizar en las áreas de origen ni en los lugares de obtención de los recursos, ni mucho menos en la verdadera identificación mineral de los artefactos.

Tan sólo la generalización de los estudios multidisciplinares y la contribución de otros expertos permite precisar la composición de las muestras en orden a rastrear posteriormente, el origen y la procedencia de los restos que han llegado hasta nosotros.

Tanto la caracterización de la pieza como la definición y delimitación de las áreas de captación permiten al prehistoriador obtener datos destinados a la interpretación de los patrones de deambulación, de la dinámica de relaciones comerciales y sociales y de las relaciones que los pueblos prehistóricos establecieron en su desarrollo. Visto de otro modo, el conocimiento de las áreas de obtención de materias primas puede ofrecernos un atisbo del comportamiento humano durante la Prehistoria que de otro modo sería prácticamente imposible discernir.

En la Comunidad de Madrid, gracias a la estrecha colaboración entre la Cátedra de Petrología de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas y el Proyecto de Investigación sobre *poblamiento neolítico y megalitismo en la C.A.M.*[1], se ha podido analizar un interesante y nutrido conjunto de materiales arqueológicos procedentes de yacimientos de cronología Neolítica y Calcolítica (VII-IV Milenios B.P.).

El desarrollo de la investigación destinada a la caracterización de las piezas y la localización de las posibles áreas de procedencia se desarrolló en dos fases entre 2002 y 2003. En la primera se analizó un fragmento de posible obsidiana recuperada en el yacimiento del Túmulo de las Vegas de Samburiel. Este estudio sirvió para el planteamiento del mencionado Protocolo de Colaboración que derivó en el estudio en 2003 de un total de 19 muestras procedentes de los siguientes yacimientos (Tabla 1).

Yacimiento	Municipio	Cronología estimada	Nº muestras
Vegas de Samburiel	El Boalo	Calcolítico	5
La Vega	Titulcia	Neolítico	3
Cueva de La Ventana	Torrelaguna	Neolítico	9
Valdivia	Villaverde	Neolítico	1
Dolmen de Entretérminos	Collado Villalba	Calcolítico	2

Tabla.1. Muestras analizadas.

El planteamiento inicial del estudio y su interés radicaba en dos extremos. En primer lugar contar con una caracterización precisa de las muestras de modo que, en la medida de lo posible, en orden a minimizar la introducción de información errónea en el círculo de investigación (lo que hasta ahora ha sido demasiado frecuente). En segundo lugar se pretendía obtener una primera visión de las áreas de captación de los recursos minerales aprovechados por los grupos prehistóricos de la actual área de Madrid, de cara a tratar de aplicar, a posteriori, un modelo de áreas culturales o de intercambio.

Para todo ello consideramos que la caracterización petrológica sería un elemento de primer orden y de obligatorio uso para la consecución del segundo propósito.

TÉCNICAS EMPLEADAS: BONDADES Y LIMITACIONES

Dado que nada en ciencia es la panacea absoluta, la conjunción de estudios interdisciplinares de arqueología y petrología presenta sus virtudes y sus inconvenientes que es necesario conocer y valorar para minimizar costes y riesgos en la aplicación de una u otra, o ambas simultaneamente.

1 Este Proyecto dirigido por uno de los firmantes (JJG) y desarrollado entre 1997 y 2003 ha contado con la subvención y las oportunas autorizaciones de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. Para la realización del estudio de caracterización y la analítica pertinente se contó con la Subvención de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid gracias a la gestión de D. Enrique Baquedano Pérez y D. Antonio Esteban Parente, Director y Jefe de Administración respectivamente del Museo Arqueológico Regional de la C.A.M.

Las técnicas empleadas para la caracterización petrológica están condicionadas por las limitaciones de tamaño, manipulación y autenticidad de la muestra en el aspecto técnico (así como por las trabas administrativas en el aspecto museístico). Una vez que esto se ha tenido en cuenta, las técnicas empleadas pueden ser o no destructivas.

TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS

Son las que no requieren la destrucción total o parcial de la muestra para su identificación. Entre estas se encuentran; la *caracterización en muestra de mano* y la *microscopía electrónica de barrido* (MEB). Esta última sólo permite el análisis de ejemplares de tamaño reducido (dimensión máxima 2x2 cm.).

TÉCNICAS DESTRUCTIVAS

Requieren el deterioro o pérdida total del ejemplar. Entre ellas aparece la *microscopía óptica de luz trasmitida* y nuevamente la *microscopía electrónica de barrido*. Esta última se puede considerar destructiva cuando se trata de analizar ejemplares de gran tamaño que requieren la obtención de una esquirla. La primera requiere el corte de la muestra.También debe incluirse en este grupo el análisis por *Difracción de Rayos X* (XRD) que implica el corte y pulverización de una porción de la muestra.

La caracterización en muestra de mano permite una aproximación a determinar la naturaleza de la pieza, lo que es muy sencillo en algunos casos como, por ejemplo, los ejemplares confeccionados con sillimanita. En ocasiones este simple procedimiento permite un acercamiento notable a la identificación de los materiales que forman la pieza en cuestión -caso, por ejemplo, del gran hacha de ofita de la Cueva de la Ventana- y si bien podría profundizarse más en el conocimiento de la muestra mediante la ampliación de las técnicas analíticas, éste primer acercamiento es ya de notable valor para el arqueólogo.

En el caso que nos ocupa, las técnicas analíticas a utilizar para cada ejemplar, fueron establecidas en función del valor y singularidad del mismo, tratando de obtener el máximo de información con el mínimo daño a las mismas. El criterio para cada una de ellas, fue acordado entre el equipo que realizaba los análisis y los responsables de la conservación de mismas. Así, en el caso de las muestras destinadas a la exposición museística o conservadas ya en museos, así como las piezas de notable valor y carácter único, se optó siempre por la simple identificación organoléptica en muestra de mano, mientras que para otras de reducido valor testimonial y singularidad se optó por técnicas parcialmente destructivas. (Tabla 2).

La determinación petrográfica permite asociar estas muestras con facies y/o afloramientos geológicos donde aparecen los materiales con que se encuentran confeccionadas, determinando las posibles áreas del captación de los mismos. En una siguiente fase de análisis se relaciona esta información, con parámetros arqueológicos tales como rutas comerciales, áreas de deambulación, etc.

Por su versatilidad y escasa aplicación para la determinación de muestras arqueológicas destaca la Microscopía Electrónica de Barrido, que como se ha expresado, no es destructiva pero presenta una limitación importante, en cuanto tamaño del ejemplar, debido al tamaño del porta muestras. Esta técnica permite la identificación cualitativa de los elementos en la zona o zonas de análisis permitiendo asimismo la observación de la superficie mediante una imagen producida por el bombardeo de electrones. Por lo tanto el interés del empleo de esta técnica es doble. Por una parte contribuye a caracterizar la muestra y por otro -muy útil en el análisis de los útiles y adornos prehistóricos de pequeño tamaño- atender al estudio de las huellas del trabajo realizado para confeccionar las piezas.

La técnica consiste en bombardear la muestra con un fino haz electrónico, frente al que ésta responde emitien-

Nº	YACIMIENTO	MUESTRA	CARACTERIZACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA
1 A	Vegas de Samburiel	Cuenta verde	Variscita	MEB
2 A	Vegas de Samburiel	Bloque piedra verde suelo preparado	Pórfido diorítico	LD
3 A	Vegas de Samburiel	Hacha pulimentada	Caliza de páramos	LD
4 A	Vegas de Samburiel	Idoliforme sobre piedra verde	Cuarcita impura	LD
5 A	Vegas de Samburiel	Posible obsidiana	Escoria de fundición	MEB/LD
1 F	La Vega	Hacha pulimentada	Sillimanita	MM
2 F	La Vega	Hacha pulimentada	Pórfido diorítico	MM
3 F	La Vega	Hacha pulimentada	Pórfido diorítico	LD
1 B	Cueva de la Ventana	Cuenta negra	Azabache	MEB
2 B	Cueva de la Ventana	Hacha pulimentada	Sillimanita	MM
3 B	Cueva de la Ventana	Azuela pulimentada	Sillimanita	MM
4 B	Cueva de la Ventana	Hacha pulimentada	Pórfido diorítico	LD
5 B	Cueva de la Ventana	Hacha pulimentada	Lamprófido	LD
6 B	Cueva de la Ventana	Cuenta negra	Azabache	MEB
7 B	Cueva de la Ventana	Cuenta blanca	Calcita	MEB
8 B	Cueva de la Ventana	Percutor	Cuarcita impura	LD
9 B	Cueva de la Ventana	Nódulo	Sillimanita	MM
10 B	Cueva de la Ventana	Hacha pulimentada	Ofita -Diabasa	MM
1 C	Dolmen de Entretérminos	Hacha pulimentada	Pórfido?	MM
1 D	Valdivia	Pulsera	Talco?*	MM*

* Las limitaciones de manejo y análisis de la pieza han impedido una caracterización precisa.

Tabla 2. Muestras analizadas y técnicas empleadas. MEB (Microscopio de barrido electrónico); MM (Muestra de Mano); LD (Lámina delgada).

do frecuencias de rayos X características de los elementos químicos que contiene. El análisis de esas frecuencias permite determinar la composición elemental del punto del ejemplar, afectado por la incidencia de los electrones. Esta área se mide en micras, por lo que es posible analizar partes de la totalidad de la muestra sumamente pequeñas. El análisis es de tipo semicuantitativo ya que la intensidad de emisión de una determinada frecuencia es proporcional al contenido en el elemento emisor.

El método para discriminar frecuencias ha sido el sistema KEVEX, que, en el instrumental utilizado presenta la limitación de no poder analizar elementos con peso atómico inferior al Na, de forma que nitrógeno, oxígeno y carbono, elementos fundamentales en materiales orgánicos, no pueden ser detectados.

Pero el bombardeo electrónico de la muestra no sólo proporciona una respuesta en forma de radiación X. Además es posible provocar que el haz electrónico barra la superficie de la muestra, de forma similar a como lo hacen las cámaras de TV. Se aprovecha entonces tanto como la emisión electrónica secundaria que la muestra emite, además de rayos X (emisión secundaria), como la reflexión de los propios electrones incidentes (radiación retrodispersada).

Mientras que la emisión secundaria permite obtener una imagen con gran profundidad de campo, pero con poco contraste entre fases, con la radiación retrodispersada ocurre lo contrario, al depender, fuertemente, de la capacidad de absorción de los mismos de los distintos materiales. Esto permite utilizar la primera para apreciar el relieve, mientras que la segunda discrimina las distintas fases en presencia.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS Y RESULTADOS

El trabajo realizado ha permitido valorar la aplicación de las diferentes técnicas de cara a la generalización de su uso en contextos arqueológicos. Seguidamente se resumen a modo de ejemplo algunas de estas aplicaciones.

MICROSCOPÍA DE BARRIDO ELECTRÓNICO[2]

Un ejemplo de caracterización mediante MEB por aplicación directa lo componen la determinación petrológica de muestras de *calaita*, en realidad cuentas verdes de collar que recibieron esta confusa definición durante décadas.

El análisis de la superficie de la muestra 1-A del yacimiento del túmulo de las Vegas de Samburiel, indica los siguientes elementos; P (fósforo), Al (Aluminio) y con menor intensidad Ca (calcio), Fe (hierro), Cl (cloro) y K (potasio).

Esta técnica no permite, como se ha señalado, una estimación cuantitativa precisa de los elementos, no obstante lo cual se pueden inferir las proporciones relativas de cada uno de ellos, en función de la intensidad de emisión en la frecuencia correspondiente.

Los resultados indican que se compone de fósforo (P) y aluminio (Al) como elementos principales. El fondo, con presencia de calcio (Ca), hierro (Fe), cloro (Cl) y potasio (K), se interpretan como contaminación externa del material que soporta el ejemplar, aunque alguno de estos elementos podría localizarse en la estructura mineral como trazas.

En muestra de mano el aspecto de esta cuenta formada por mineral verde azulado con brillo céreo, débil, parecía indicar una composición de turquesa pero el color más verdoso de la muestra y la ausencia de Cu en su composición permiten atribuir la muestra a otro fosfato alumínico hidratado, también con propiedades ornamentales, denominado variscita ($Al(PO_4)2H_2O$). (metavariscita, monoclínico o clinovariscita, ortorrómbico). Esta muestra se vincula con los yacimientos minerales analizados en el Sinforme de San Vítero -área de Palazuelo de las Cuevas y el valle de Aliste (Zamora)- (Arribas *et alii*, 1971; Blanco *et alii*, 1997; Edo *et alii*, 1997) y en el complejo minero neolítico de Can Tintorer en el término de Gavá (Barcelona) (Villalba *et alii*, 1986; Edo, 1991; Edo *et alii*, 1997).

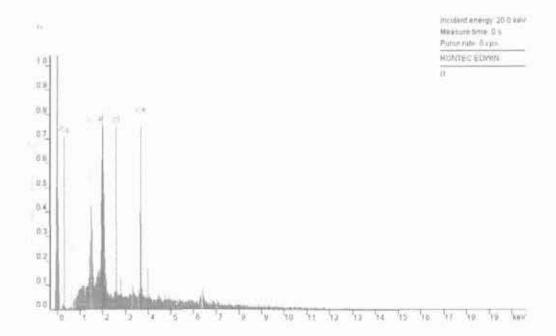


Figura 1. Diagrama MEB de la muestra 1A.

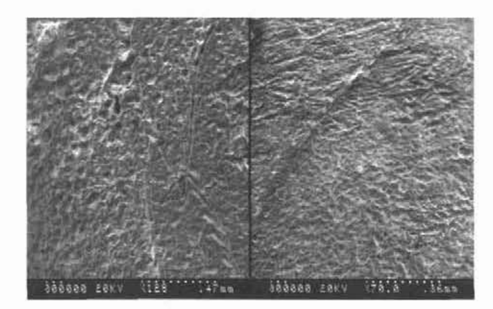


Figura 2. Imagen MEB de la superficie de la cuenta de variscita.

Otro ejemplo de caracterización basado en el uso de una técnica deductiva sobre los resultados del MEB es la caracterización de las cuentas de collar de la Cueva de La Ventana (muestras 1B y 6B). Dado el valor de ambas muestras no estaba permitido el uso de técnicas destructivas. Por otro lado, también se encontraba limitada apreciación visual y análisis superficial del material *fresco* al presentar una costra aparentemente calcárea.

El análisis MEB realizado sobre distintos puntos de la superficie arrojó una alta variabilidad en la composición elemental y en la proporción relativa entre esos elementos, predominando el calcio (Ca), aluminio (Al), silicio (Si), azufre (S), cloro (Cl) y potasio (K). Esa variabilidad en la composición y proporción de los mismos lleva a interpre-

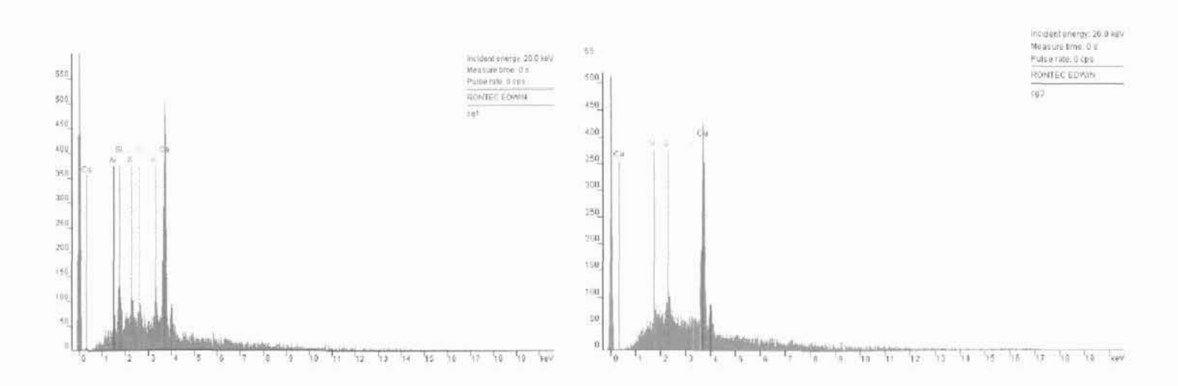
[2] Datos obtenidos mediante sistema Kevex; añadido al equipo de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), marca *Hitachi* modelo *S-570*, existente en el *Laboratorio Centralizado de la Escuela de Minas*.

tar su presencia como ajena a la naturaleza de los materiales de la propia muestra o a impurezas de su superficie. Por ello las muestras debían estar formadas por algún elemento no detectable por el sistema KEVEX, es decir un elemento de bajo peso atómico, de forma que el análisis sobre reflejaba aquellos no inherentes a la misma. La conclusión obligada, dado sus aspectos en muestra de mano, y propiedades organolépticas es que debía tratarse de material orgánico, muy probablemente carbono (C) en forma de azabache.Alguno de los elementos detectados, como el azufre y el silicio, en el caso de ser inherentes al mineral, podrían ayudar en la delimitación de las áreas de origen de extracción del mineral.

CONCLUSIONES

Hay otras técnicas de caracterización de muestras arqueológicas que han sido aplicadas con notable éxito, tales como la Difractometría de Rayos X (XRD) que precisa la destrucción de una pequeña porción de la pieza pero que es la más indicada para el estudio de sustancias cristalinas. Existen precedentes del uso de esta técnica, tales como su aplicación a cuentas de variscita por la Dra. Muñoz Amimilia (1965) sobre una pieza de collar procedente de la Bòbila d'en Joca.

Más recientemente se ha utilizado la espectroscopía de masas y ablación por láser (LAM-ICP-MS) para el estudio de la composición química de las piezas -incluyendo el análisis de elementos traza- que permiten una caracterización muy precisa, pero presentan un mayor coste y provocan una escarifición, si bien muy pequeña (50 a 300 micras).



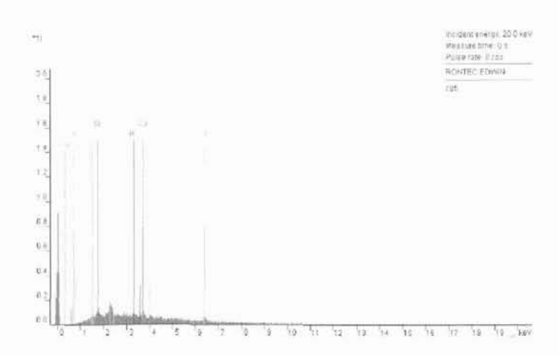


Figura 3. Gráfico MEB de la muestra 1B.

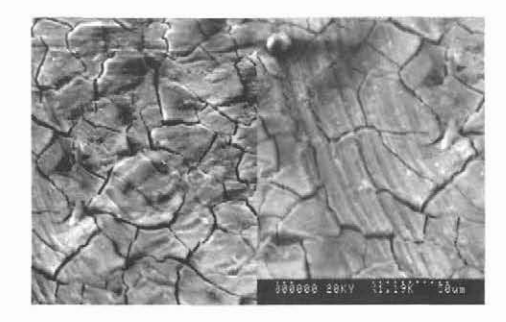


Figura 4. Imagen MEB de la superficie de la cuenta de azabache 1B.

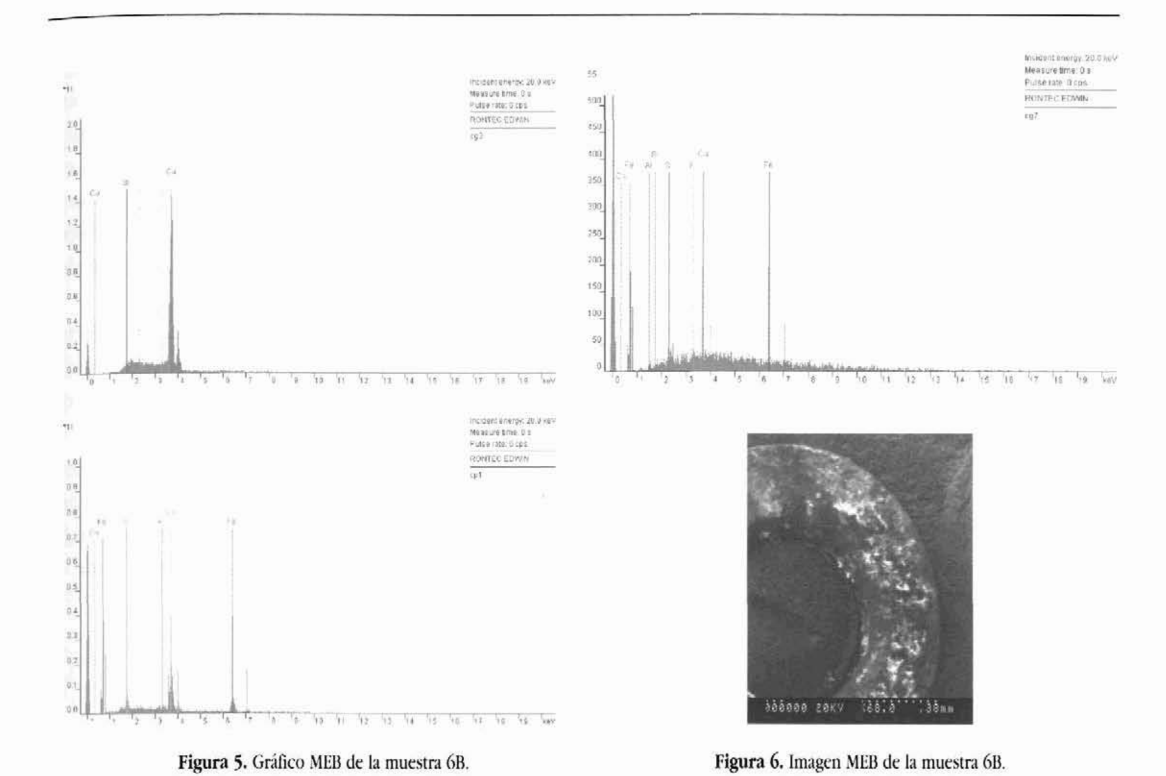


Figura 5. Gráfico MEB de la muestra 6B.

Figura 6. Imagen MEB de la muestra 6B.

El uso de la combinación de técnicas de análisis en muestra de mano y sobre todo mediante MEB permite una primera aproximación de gran calidad al estudio químico y morfológico de las materias primas empleadas en la Prehistoria. La versatilidad de la microscopía electrónica permite obtener, como hemos visto, dos datos de gran valor en una única acción: una caracterización de la muestra y una visión de su superficie con la posibilidad de analizar las huellas de uso, estriados postdeposicionales, etc. Esta es una ventaja que, desde luego, no muestran las técnicas a las que acabamos de referirnos.

Las conclusiones arqueológicas permiten obtener una nueva lectura de los datos. Así, la labor del especialista en Petrología es la caracterización de la muestra, la búsqueda de las áreas de origen y el establecimiento de una cartografía comparativa. El trabajo del prehistoriador radica en ofrecer un soporte social e histórico que permita rastrear el valor de los elementos pétreos empleados durante la Prehistoria.

Una vez unificados los diferentes datos se obtiene un documento cuya lectura permite trascender el plano individual de cada uno de los especialistas y que sirve de aproximación al entendimiento de una conducta humana desarrollada hace varios miles de años. De este modo podemos preguntarnos en primer lugar qué elementos son frecuentes en la zona, cuáles son exóticos y qué elementos aparecen representados en el registro.

Las respuestas a estos interrogantes nos permiten afrontar la cuestión de las áreas de captación desde una doble perspectiva espacial:

1- Áreas de captación próximas = capacidad de ofertar recursos de las propias áreas pobladas.
2- Áreas de captación lejanas = necesidad de buscar materias primas en lugares más o menos alejados o, tal vez, adquirir las piezas ya elaboradas. Esto último abogaría a favor de la existencia de contactos sociales y/o comerciales.

Esta nueva aproximación a los datos nos permite entender el recurso mineral, no sólo desde su perspectiva cre-

matística, sino, sobre todo, desde la óptica de su valor como elemento de relación social y/o comercial y como elemento de valor simbólico o ritual, por ejemplo el uso reiterado de minerales de color verde durante la Prehistoria reciente o la existencia de territorios de captación más amplios de lo que en un principio pudiera pensarse. Estos territorios con el paso del tiempo pasarían a ser áreas más restringidas en las que los poblados se articularon en torno a los afloramientos minerales -sobre todo en la Edad del Cobre- monopolizando así la obtención de la materia prima y su distribución. Este sería el caso de la gestión de los pórfidos dioríticos verdosos y los lamprófidos del sector de La Pedriza del Manzanares, los sílex de los valles medio y bajo del Jarama y Manzanares o las sillimanitas del sector Nororiental de la actual Comunidad de Madrid.

Si en épocas más recientes de la Prehistoria, especialmente en la Edad del Cobre, parece existir una escasa heterogeneidad de las materias empleadas, por el contrario, en épocas más antiguas la presencia de elementos minerales procedentes de áreas más alejadas es mayor y parece existió un área de captación más amplia, de forma que, en el registro, esto se traduce en una heterogénea muestra de materias de procedencias muy diversas.

Sin duda el reflejo de todo esto estriba en una diferenciación de las áreas de captación, de los territorios de uso e incluso de su gestión durante la Prehistoria. La ayuda de la caracterización petrológica es imprescindible para profundizar en este aspecto y sólo mediante el establecimiento de trabajos interdisciplinares se podrá ir acotando ese mundo de elucubraciones, a veces un tanto infundadas, acerca de los patrones de uso del mineral durante la Prehistoria.

BIBLIOGRAFÍA

- **Edo, M., Fernández Turiel, J.L., Villalba, Mª.J. y Blasco, A. (1997):** La calaíta en el cuadrante NW de la Península Ibérica. En R. De Balbín y P. Bueno (Eds), II Congreso de Arqueología Peninsular.Tomo II- Neolítico, Calcolítico y Bronce. Zamora: 99-121.
- **Arribas, A., Galán, E., Martín-Pozas, J.M., Nicolau, J. y Salvador, P. (1971):** Estudio mineralógico de la variscita de Palazuelo de las Cuevas, Zamora (España). Studia Geologica II. Salamanca.
- **Blanco, J., López, M.A., Edo, M. y Fernández Turiel, J.L. (1996):** Estudio analítico de determinación mineralógica y de composición química de las cuentas de collar de variscita y otras materias del yacimiento de Las Peñas (Quiruelas de Vidriales, Zamora). I Congrés del Neolitic à la Peninsula Ibèrica. Gavà-Bellaterra. 1995:227-237.
- **Villalba, M.J., Bañolas, L., Arenas, J. y Alonso, M. (1986):** Les mines neolítiques de Can Tintorer, Gavà. Excacavions 1978-1980. Excavacions Arqueológiques a Catalunya, 6. Barcelona.
- **Muñoz Amilibia, A.Mª. (1965):** La cultura neolítica catalana de los sepulcros de fosa. I.A.P.U.B. Barcelona.

ÁREA 2:
MINERÍA Y METALURGIA EN LA PREHISTORIA RECIENTE

Ámbitos tecnológicos en la transición Bronce Final - Hierro: Atlántico *versus* Mediterráneo

Alicia Perea
Instituto de Historia, CSIC - Dpto. de Prehistoria. Madrid.
perea@ceh.csic.es

RESUMEN

Durante la etapa de transición entre el Bronce y el Hierro hemos observado una serie de fenómenos tecnológicos que arrojan cierta luz sobre la organización artesanal y los procesos de producción del bronce y del oro. Partimos de un concepto de tecnología como fenómeno indisociable del marco social en el que surge, para examinar una serie de depósitos y hallazgos arqueológicos que ilustran estos procesos: depósito de As Silgadas (Caldas de Reyes, Pontevedra), Villena (Alicante), conjunto de hallazgos de Baiões (S. Pedro do Sul, Viseu) etc. Finalmente, el depósito de El Carambolo (Sevilla) marca el final de un desarrollo tecnológico característico y peculiar de la fachada atlántica peninsular.

Los fenómenos que hemos reconocido en esta etapa son los siguientes: a) disociación entre los procesos de producción del bronce y los del oro; b) diversificación tecnológica y consecuente aparición de diferentes ámbitos tecnológicos en la producción de oro; y c) restricciones en la transmisión y uso de determinados procesos técnicos.

Palabras clave: arqueometalurgia, bronce, Bronce Final, Edad del Hierro, oro, Península Ibérica, procesos de producción, tecnología.

ABSTRACT

During the transition Bronze Age-Iron Age we have observed some technological phenomena which can throw light on the bronze and gold working organization and production processes. We start from a concept of technology as a phenomenon inseparable from the social context in which it emerges, in order to study a series of boards and archaeological finds which can illustrate these processes: As Silgadas board (Caldas de Reyes, Pontevedra), Villena (Alicante), the group of finds from Baiões (S. Pedro do Sul, Viseu) etc. Finally the El Carambolo (Sevilla) board puts an end to a characteristic and peculiar technological developement of the Iberian Peninsula atlantic seaboard.

The phenomena identified at this historical stage are the following: a) dissociation between the bronze and gold production processes; b) technological diversification and consequent emergence of differing technological domain systems in gold production; and c) restrictions over the transmission and use of some technological processes.

Key words: *archaeometallurgy, bronze, gold, Iberian Peninsula, Iron Age, Late Bronze Age, production processes, technology.*

INTRODUCCIÓN

Según el estado actual de nuestro conocimiento, las primeras etapas de la metalurgia en la Península Ibérica presentan dos frentes de desarrollo tecnológico diferenciado, la vertiente atlántica y la mediterránea, lo que viene a apoyar el concepto que sobre tecnología hemos estado utilizando a lo largo de nuestra investigación en los últimos años y que podemos resumir, en primer lugar, en que el fenómeno tecnológico es indisociable del marco social en el que se desenvuelve; y en segundo lugar, en que la tecnología no es un fenómeno evolutivo determinista, acumulativo o aleatorio, sino que responde a la voluntad de decisión de personas o grupos cuyas condiciones de actuación

vienen determinadas por el contexto económico e ideológico. La tecnología es, en definitiva, un fenómeno político tanto como estrictamente técnico (Perea 1999, 2000).

Aunque el sureste peninsular mantiene el privilegio de ser considerado uno de los focos de invención metalúrgica independientes en Europa (Díaz-Andreu y Montero 2000: 116), la fachada atlántica constituye sin duda la zona más emprendedora y dinámica en cuanto al cambio tecnológico a lo largo de la Edad del Bronce y sobre todo en su última etapa, el Bronce Final. Es mi intención, en el marco de este II Symposio sobre Minería y Metalurgia históricas, plantear de forma sintética la aparición de unos fenómenos sociotecnológicos que hemos identificado y situado en el Bronce Final, relativos a la producción metalúrgica en la fachada atlántica peninsular. Para aquellos no familiarizados con las fechas de esta etapa, propongo el siguiente marco cronológico del Bronce Final Atlántico, que tradicionalmente se viene dividiendo en tres fases, basado en la tipología de la producción metálica y fechas de carbono 14 corregidas por dendrocronología (Ruíz-Gálvez 1995: 82): Bronce Final I (1250-1100 a.C.), Bronce Final II (1100-940), y Bronce Final III (940-750).

Para valorar estos fenómenos tendremos que tener en cuenta el panorama tecno-económico europeo en el que se enmarca la Península Ibérica, que ocupa una posición estratégica de bisagra entre el Atlántico y el Mediterráneo. Contamos con los siguientes datos (*Ibid.* 1998):

- Aumento de la población: durante el Bronce Final centroeuropeo se han contabilizado más yacimientos, entre poblados y necrópolis, que a lo largo de todo el Bronce Antiguo y Medio.
- Por primera vez se documentan asentamientos permanentes de larga duración.
- Explotación masiva de yacimientos de sal.
- Generalización de cultivos resistentes a situaciones climáticas extremas (leguminosas como la Vicia Faba); generalización del uso del arado y de fertilizantes.
- Aumento de los intercambios comerciales entre Centroeuropa con la fachada atlántica, por un lado, y con el Mediterráneo, por otro.
- Acumulación de grandes cantidades de riqueza, generalmente en forma de metal trabajado, en depósitos y ocultaciones que contienen tanto armas, como herramientas, adornos y chatarra para el reciclado.
- La tipología de los objetos metálicos se incrementa hasta abarcar un número considerable de herramientas desconocidas en las etapas anteriores de la Edad del Bronce, como yunques de distintos tipos, martillos grandes y pequeños, cinceles, puntas, punzones decorativos, moldes, matrices y un largo etc.

Todos estos rasgos que caracterizan el Bronce Final Centroeuropeo se generalizan en la Península en su última etapa o Bronce Final III, lo que tradicionalmente se ha considerado como un ligero retraso económico debido a las condiciones climáticas, topografía adversa y escasez de recursos naturales; que otros quieren achacar a una escasez de la información; y finalmente que otros ignoran.

Sin embargo, dentro de este marco general, la fachada atlántica peninsular se configura como un entorno capaz de generar innovación tecnológica y de crear sus propios procesos de producción. Los fenómenos a los que hacía referencia antes son los siguientes:

a) Disociación entre los procesos de producción del bronce y los del oro.
b) Diversificación tecnológica y consecuente aparición de diferentes ámbitos tecnológicos en la producción de oro.
c) Restricciones en la transmisión y uso de determinados procesos técnicos.

Vamos a examinar los datos que nos han llevado a la definición de estos tres rasgos a través de una serie de depósitos metálicos en orden cronológico.

EL DEPÓSITO DE ORO DE AS SILGADAS (CALDAS DE REYES)

El primer dato con que contamos es el depósito de As Silgadas en Caldas de Reyes (Pontevedra). Se trata del

depósito de oro de más peso encontrado en Europa, podría haber llegado a los 30 kg, pero debido a diversos acontecimientos posteriores al hallazgo realizado en 1940, actualmente se conservan 15 kg (Armbruster 1996; Domato y Comendador 1998). Está compuesto por una serie de gruesos anillos de diferentes tamaños, un peine, tres tazas y fragmentos laminares que se han identificado como pertenecientes a una gargantilla de tiras. Lo que aquí nos interesa destacar son las tazas porque las tres están fabricadas con la técnica de la cera perdida, y dos de ellas presentan las asas fabricadas o reparadas mediante la técnica del vaciado adicional o sobre fundido.

El problema que plantea Caldas es que desde el punto de vista tipológico -fundamentalmente tazas, peine y gargantilla de tiras- su cronología se sitúa a finales del Bronce Antiguo, o como mucho en el Bronce Medio, en cualquier caso en un momento bastante anterior al 1250 a.C., cuando la producción de bronce en la Península seguía con el aburrido y ya antiguo proceso de los ciclos de deformación plástica y recocido, salteados con algún que otro vaciado en molde de piedra (Delibes y Montero 1999). De manera que si aceptamos la cronología tipológica, la metalurgia del oro estaría a años luz, si se me permite la expresión, de la tecnología del bronce, y por supuesto, sin conexión artesanal con ella, es decir, el orfebre no es la misma persona que el broncista.

EL DEPÓSITO DE ORO DE VILLENA (ALICANTE)

El depósito de Villena nos muestra el desarrollo que alcanzó la técnica de la cera perdida en la fachada atlántica peninsular. Se encontró casualmente en 1963 y sabemos que está completo, conteniendo 9 kg de oro entre 11 cuencos, 2 frascos, 28 brazaletes y 13 revestimientos de armas (Fig. 1); también había 3 frascos de plata, un brazalete de hierro, además de restos de este mismo metal en uno de los revestimientos de oro y ámbar en otro; es interesante constatar que se trata de algunos de los objetos de hierro que podrían considerarse más antiguos en la Península. Pero lo que aquí nos interesa son los 28 brazaletes de origen y fabricación peninsular atlántica, como demuestra la



Figura 1. Algunos de los cuencos, frascos, revestimientos y brazaletes del depósito de Villena, Alicante (Foto: Archivo Au, A. Perea).

dispersión geográfica de depósitos conteniendo uno o dos brazaletes de este tipo característico llamado Villena/ Estremoz, y las imitaciones y derivaciones que se extienden exclusivamente por el entorno atlántico (Perea 1994; Armbruster y Perea 1994). En este sentido Villena, por su situación geográfica, hay que considerarlo un *unicum*.

Los brazaletes tipo V/E presentan una compleja topografía que combina de forma variada las molduras, las puntas cónicas o piramidales y los calados (Fig. 2); su rasgo más característico es la perfecta simetría de revolución conseguida mediante el empleo de un torno de eje horizontal y rotación alterna con el que se fabricó el modelo de cera para hacer un vaciado a la cera perdida, torno que se empleó también en la fase de acabado para pulir la superficie.

La producción de brazaletes tipo V/E se fecha en el Bronce Final II o en el Bronce Final III, según los autores (Ruíz-Gálvez 1998: 283 y 316), pero su tecnología nunca se aplicó a la fabricación de objetos de bronce en esta época.



Figura 2. Brazalete con molduras, púas y calados del depósito de Villena, Alicante (Foto: Archivo Au, A. Perea).

EL CONJUNTO DEL POBLADO DE BAIÔES (PORTUGAL)

El conjunto de objetos metálicos procedentes del poblado portugués de Baiões (S. Pedro do Sul, Viseu) no forma un depósito cerrado, como en ocasiones se ha publicado, sino que es fruto de distintos hallazgos, bajo distintas circunstancias, excavaciones, expolios, hallazgos casuales, desde el siglo XVIII hasta nuestros días, sólo una parte de estos objetos aparecieron asociados en lo que se conoce como "depósito de fundidor". El inventario de piezas de bronce incluye armas y herramientas de tipo atlántico, adornos, restos de fundición, piezas recien fabricadas sin acabar y material de desecho; en oro aparecieron dos torques y un brazalete del tipo atlántico Sagrajas/Berzocana (Armbruster 2002-2003). Pero lo que llama la atención de Baiões no es sólo la abundante producción metálica del taller que debió funcionar en el sitio, sino algunas de sus características: en primer lugar, el carácter votivo o ritual

de una parte de las piezas, como un carrito para quemar cenizas (Fig. 3), dos asadores, uno de ellos articulado, un gancho para carne (Fig. 4) y cinco cuencos (Fig. 5), uno de ellos con umbo; en segundo lugar, el origen claramente mediterráneo de estos mismos objetos; y en tercero, la técnica de fabricación del carro, el gancho y los asadores a la cera perdida, con sistemas muy sofisticados de piezas móviles, articuladas o giratorias, añadidas por fundición adicional.

Parece lo más probable que estos peculiares objetos hayan sido fabricados localmente a imitación de modelos mediterráneos, conocidos en Cerdeña y Chipre (Schorsch y Hendrix 2003).

A la vista de la producción de Baiôes podemos concluir que los broncistas atlánticos del Bronce Final III conocían la técnica de la cera perdida y la fundición adicional, pero que su práctica era excepcional y estaba restringida a casos singulares, por ejemplo, la fabricación de moldes bibalvos en bronce para hachas de talón, como el ejemplar encontrado en el mismo Baiôes junto a una hacha fundida en ese mismo molde; a la reparación de armas y hachas, como se ha puesto de manifiesto en las espadas y puntas de lanza del depósito de la Ría de Huelva (Armbruster 2000: láms. 81, 83, 85); y finalmente, a la fabricación de objetos rituales y de prestigio de origen mediterráneo.

LA ORFEBRERÍA TIPO SAGRAJAS/BERZOCANA Y EL BRAZALETE DE CANTONHA (PORTUGAL)

Otra serie de depósitos con oro se dispersan por la fachada atlántica, y su característica principal es contener uno o dos torques del tipo denominado Sagrajas/Berzocana y eventualmente brazaletes del mismo tipo, por ejemplo el hallazgo realizado en 1947 en el entorno de Baiôes que ya hemos comentado, el depósito de Sagrajas, el de Berzocana y el de Valdeobispo en la Extremadura española, el de Sintra, el de Evora, etc.



Figura 3. Reconstrucción del carrito votivo de Baiôes, Viseu (Foto: Archivo Au, A. Perea).



Figura 4. Gancho de carne del conjunto de Baiões, Viseu (Foto: Archivo Au, A. Perea).

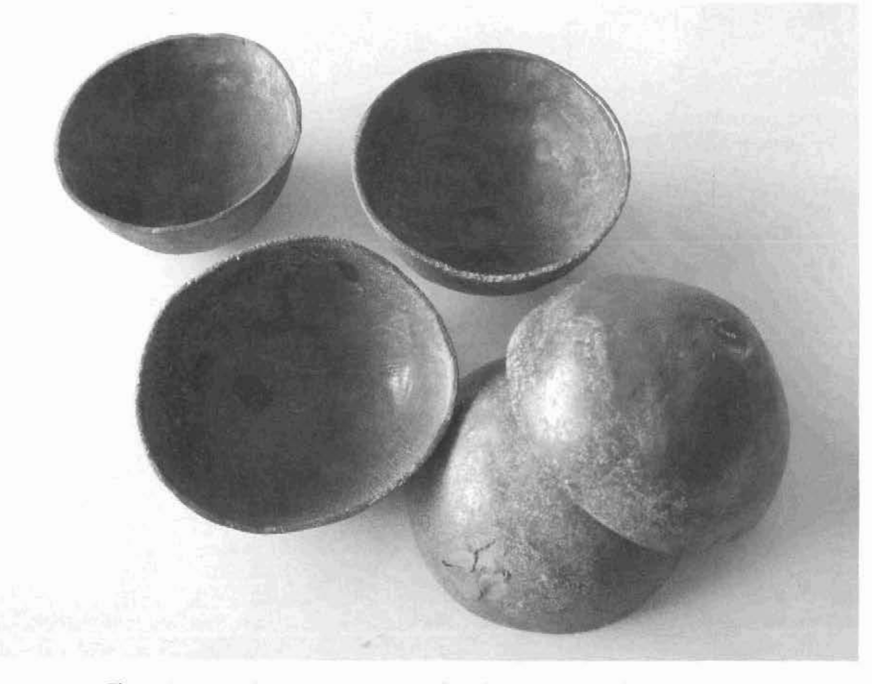


Figura 5. Cuencos de uso ritual del conjunto de Baiões, Viseu (Foto: Archivo Au, A. Perea).

Los torques tipo S/B se caracterizan por ser objetos anulares, simples, dobles o incluso triples (Fig. 6), de sección circular, muy pesados, generalmente lisos y decorados con incisiones geométricas. Se fabricaron por deformación plástica a partir de una barra fundida en un molde sencillo (Perea 1995). Por tanto, la tecnología, la forma y la ornamentación, nada tienen que ver con los igualmente pesados brazaletes tipo V/E. Pero el dato más curioso es que, a pesar de que su dispersión geográfica coincida, nunca se ha encontrado un brazalete tipo V/E junto a un torques tipo S/B. Sin embargo, sabemos que ambas producciones fueron sincrónicas, al menos en un momento dado porque contamos con varios documentos que así lo prueban, uno de ellos es excepcional: el brazalete de Cantonha.



Figura 6. Detalle de la decoración incisa del torques triple de Sintra, Lisboa (Foto: Archivo Au, A. Perea, con permiso de British Museum).

Este peculiar objeto está compuesto por un brazalete tipo V/E, con dos tiras de púas y molduras, entre dos brazaletes tipo S/B, arriba y abajo, unidos por vaciado adicional (Fig. 7).

La diversificación tecnológica es otro de los rasgos de la producción del Bronce Final, al menos en lo que a metalurgia del oro se refiere. El ámbito S/B y el ámbito V/E tuvieron desarrollos diferentes y paralelos, en ambos casos se dirigieron, desde sus puntos de partida, a la obtención de objetos huecos, cuando las condiciones económicas cambiaron con la instalación de nuevos centros de poder político en las costas del sur y la fuerte demanda produjo un encarecimiento del preciado metal. Así veremos surgir el depósito de Álamo (Moura, Beja) (*Inventario* 1993: 74-83) que contenía dos torques tipo S/B, uno simple y otro triple, con los aros fabricados en hueco y la misma ornamentación incisa que todos los macizos de su tipo, una especie de trampantojo que hubiera levantado de su tumba al orfebre de Sintra, el torques triple que pesa 1256 gr, y cuya pieza de cierre se fabricó aprovechando precisamente un fragmento de brazalete tipo V/E.

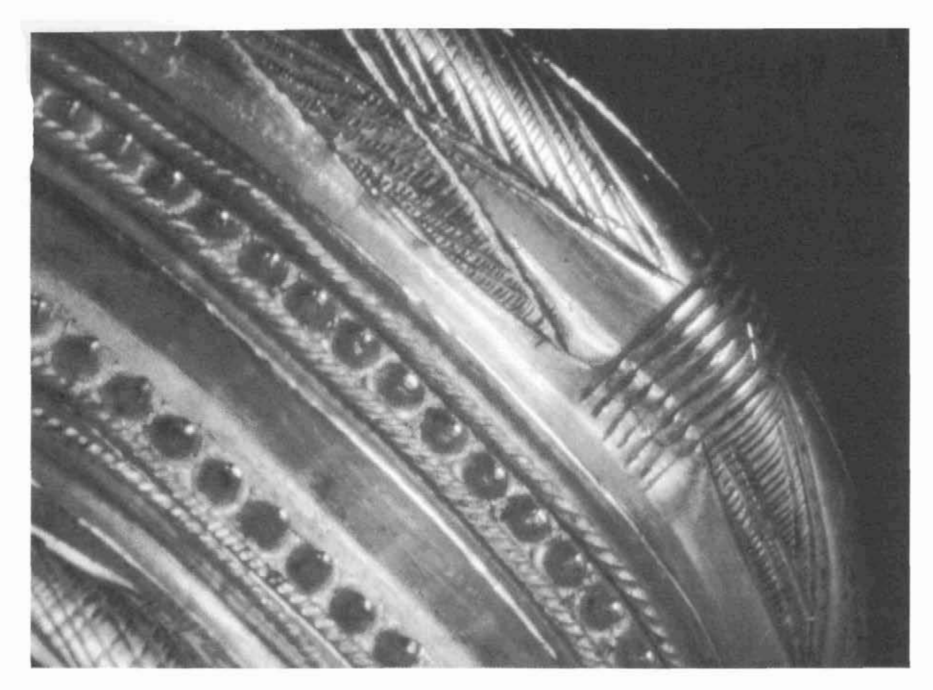


Figura 7. Detalle del brazalete de Cantonha, Portugal (Foto: B. Armbruster).

CONCLUSIONES

En este juego de encuentros y desencuentros entre el bronce y el oro, entre ámbitos tecnológicos y ámbitos artesanales, el panorama que dibuja la documentación arqueológica no es fácil de entender. El modelo explicativo que proponemos se basa en la imposición de unas restricciones sociales, además de económicas, a la transmisión de la tecnología del trabajo del oro, ejercidas desde el poder político a través del control del *know-how*, y por tanto de la persona o grupo de personas que lo poseen. El control se debió ejercer tanto sobre el conocimiento, como sobre la materia prima, el oro, un material que gozó de significados simbólicos en todas las sociedades que lo utilizaron, y que van más allá de su valor económico. No es nada nuevo el hecho de que las formaciones sociales durante la Edad del Bronce ejercieron un control más o menos estricto de sus propios recursos mineros y sobre la circulación del metal trabajado, sin embargo, a la vista de los datos parece que el control sobre el oro se ejerció de manera diferente e independiente al que restringía el uso y la circulación del bronce.

Desconocemos la forma que tomó esa restricción, que oscilaría entre la magia y la sacralización, pero todavía estaba vigente a comienzos de la Edad del Hierro, cuando la convivencia entre orfebres indígenas y orfebres fenicios era ya un hecho en el valle del Guadalquivir. Ambos trabajaron conjuntamente en la realización de algunas placas del depósito de El Carambolo (Sevilla), fechado hacia finales del siglo VIII o principios del VII a.C. (Perea y Armbruster 1998), en las que todavía está vigente la tecnología V/E (Perea *et al.* 2003), como podemos ver a través de las tiras de púas macizas, fabricadas a la cera perdida, exactamente con la misma técnica y el mismo tipo de herramientas con las que se habían fabricado los brazaletes tipo V/E del Bronce Final. Sin embargo, no quisieron desvelar el secreto a los orfebres fenicios encargados de confeccionar dos grandes brazaletes para el mismo conjunto de joyas y con el mismo diseño. Los fenicios no tuvieron más remedio que imitar la ornamentación mediante su propia prác-

tica tecnológica, que no incluía la cera perdida. De este modo, los brazaletes de El Carambolo presentan unas tiras de púas huecas, trabajadas por deformación plástica de una tira laminar, aunque en apariencia no se distinguen de las anteriores. Pero ésta es ya otra historia.

BIBLIOGRAFÍA

- **Armbruster, B. (1996):** "Zu den technologischen Aspekten der Goldfunde aus dem bronzezeitlichen Schatz von Caldas de Reyes (Prov. Pontevedra)". *Madrider Mitteilungen*, 37: 60-73.
- **2000:** *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel.* Montagnac.
- **2002-2003:** "A metalurgia da Idade do Bronze Final atlántico do castro de Nossa Senhora da Guia, de Baiões (S. Pedro do Sul, Viseu)". *Estudos Pré-Históricos*, 10-11: 145-155.
- **Armbruster, B. y Perea, A. (1994):** "Tecnología de herramientas rotativas durante el Bronce Final atlántico. El depósito de Villena". *Trabajos de Prehistoria*, 51(2): 69-87.
- **Delibes de Castro, G. y Montero Ruíz, I. (1999) (coords.):** *Las Primeras Etapas Metalúrgicas. II Estudios Regionales.* Madrid.
- **Díaz-Andreu, M. y Montero, I. (2000):** "Metallurgy and social dynamics in the later prehistory of Mediterranean Spain". En: C.F.E.Pare (ed.) *Metals make the World go round. The supply and circulation of metals in Bronze Age Europe.* Oxbow. Exeter.
- **Domato Castro, X.M. y Comendador Rey, B. (1998):** *El Tesoro Desencantado. As Silgadas (Caldas de Reis).* Santiago.
- ***Inventario* 1993:** *Inventario do Museu Nacional de Arqueologia. Colecção de Ourivesaria, 1° volume. Do Calcolítico à Idade do Bronze.* Lisboa.
- **Perea, A. (1994):** "Proceso de mercantilización en sociedades premonetales". *Archivo Español de Arqueología*, 67: 3-14.
- **1995:** "La metalurgia del oro en la fachada atlántica peninsular durante el Bronce Final: interacciones tecnológicas". In Ruíz-Gálvez, M. (ed.) *Ritos de Paso y Puntos de Paso. La Ría de Huelva en el mundo del Bronce Final europeo.* Complutum, extra 5: 69-78.
- **1999:** "Proyect Au for the study of goldwork technology and the concept of technological domain systems". In: *Metals in Antiquity*, S.M.M. Young, A.M. Pollard, P. Budd & R.A. Ixer (eds.). BAR Int. Series 792: 68-71.
- **2000:** "Tecnología, política y sociedad: El Proyecto Au". *Sagvntvm*, 32: 123-130.
- **Perea, A. y Armbruster, B. (1998):** "Cambio tecnológico y contacto entre Atlántico y Mediterráneo: el depósito de El Carmbolo, Sevilla". *Trabajos de Prehistoria*, 55(1): 121-138.
- **Perea, A., Armbruster, B., Demortier, G. y Montero, I. (2003):** "Tecnología atlántica para dioses mediterráneos. Los 'candelabros' de oro tipo Lebrija". *Trabajos de Prehistoria*, 60(1): 99-114.
- **Ruíz-Gálvez, M.L. (1995) (ed.):** *Ritos de Paso y Puntos de Paso. La Ría de Huelva en el mundo del Bronce final europeo.* Complutum, extra 5. Madrid.
- **1998:** *La Europa Atlántica en la Edad del Bronce.* Crítica. Barcelona.
- **Schorch, D. y Hendrix, E. (2003):** "The production of relief ornament on Cypriot bronze castings of the Late Bronze Age". En: *Archaeometallurgy in Europe*, Preoceedings of the International Conference, Milan 2003, vol. 2. Milan: 47-56.

* Este trabajo sintetiza algunos de los resultados obtenidos durante el desarrollo del *Proyecto Au-Ag-Cu*, financiado por la DGICYT (nº ref.: 2002-00138) cuya investigadora responsable es A. Perea.

Aspectos a considerar para la puesta en valor de las Salinas de Espartinas (Ciempozuelos, Madrid)

S. Valiente Cánovas
Escuela Superior de Conservación y Restauración.
seha@arrakis.es

RESUMEN

Las salinas prehistóricas son un tipo específico de yacimiento que muestra una tipología muy similar, y que ofrece escasas estructuras conservadas, un gran revuelto de materiales de diferentes épocas y unas cerámicas muy fragmentadas, la mayoría de ellas sin decoración, salvo algunas incisas y otras campaniformes. En el caso de Salinas de Espartinas, una de las peculiaridades más significativas es su larga duración, los diferentes sistemas aplicados para la extracción de sal y los diversos tipos de sal que se han extraído.

La destrucción del paleoambiente y del ecosistema originales se han debido fundamentalmente a dos causas: la acción antrópica, que requirió una explotación exhaustiva del medio circundante y la enorme erosión que sobre todo, el agua de lluvia ha ido produciendo a lo largo de los siglos en unos terrenos ya muy áridos. En la actualidad existe un ecosistema adaptado a un clima extremo y árido, que con un suelo fuertemente salino, configura un paisaje único y de gran belleza por su fauna y flora inconfundibles por su carácter halófilo.

Es propósito de la administración regional y local la puesta en valor de este yacimiento, que junto a otros próximos podrían ayudar a formar un circuito visitable dentro del Parque Regional del Sureste.

Palabras clave: balsas, calentadores, campaniforme, explotación, minería, Prehistoria, presones, Puesta en valor, Sal, Salinas de Espartinas.

ABSTRACT

The prehistoric saltmines are a specific kind of site that shows a very similar typology and that offers us very few survived structures, a large mixture of materials of different times and some frequented ceramics, most of them without decoration except for some which are with incisions and others which are bell-shaped. In Salinas de Espartinas case, some of the most significant peculiarity are their long life, the different systems used in the extraction of salt and the several sorts of salt that have been extracted.

The destruction of the paleoenvironment and of the original ecosystem has been principally due to two causes: the human action of the surrounding zone, and the huge erosion which has been produced specially by the rain water during the centuries in very desert lands. Nowadayas, it exists an ecosystem adapted to a dry and extreme climate which with a very saline soil forms an unique and wonderful landscape with unmistakable and flora due to its halophile character.

The regional and local administration purpose is the valoration of these saltmines. This site and others which are nearby could help to create a touristic circuit inside the Southeast Regional Park of Madrid.

Key words: *bell-shaped, Espartinas saltmines, exploitation, mining industry, pool, Prehistory, Salt.*

INTRODUCCIÓN

Este yacimiento se localiza en el término municipal de Ciempozuelos (Madrid), en las proximidades de una bocamina de explotación de sal, hoy abandonada. Varios son los informes aportados a la Comunidad de Madrid y publicaciones específicas donde se muestran datos precisos sobre su ubicación y hallazgos más significativos.

Las campañas de prospecciones y excavaciones realizadas hasta el momento, han sido sufragadas por la Consejería de las Artes perteneciente a la Dirección General del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, que concedió los permisos de intervención a la Sociedad Española de Historia de la Arqueología.

La sal es parte fundamental de los seres vivos. Constituye un elemento esencial tanto en las personas como en los animales. A la vez, está presente en la elaboración de diversos productos (como quesos, en el curtido de las pieles...) y en la conservación de alimentos (pescados, carnes...).

La búsqueda de manantiales o zonas salobres fue una necesidad en la prehistoria y la historia en todos los continentes y civilizaciones. Los sistemas de explotación y de extracción han variado según los pueblos o las culturas y han ido dejando sus huellas a través de los tiempos.

VESTIGIOS PROPIOS DE LA ELABORACIÓN DE LA SAL

El primer vestigio relacionado con antiguas extracciones de sal, es la aparición de *cuevas-minas* en laderas de escarpes yesíferos, que perviven bajo diferentes topónimos *(minas, boca-mina, polvorín etc.)*. En otros casos son humedales por los que discurren varias arroyadas de agua, alguna con el nombre de *arroyo salado*, como en el caso de El Salobral o *humedal* en la provincia de Toledo, cercano a Aranjuez. En las cercanías se han documentado importantes asentamientos de la IIª Edad del Hierro, romanos y otros más antiguos (VALIENTE, S. *et alii*, 2003).

Los restos materiales que caracterizan una explotación salinera antigua, en zonas del interior, se manifiestan de forma muy clara, cuando se documentan numerosos fragmentos de cerámica revueltos y otros mezclados con restos de cenizas y de combustión, cercanos a fuentes salobres, antiguas minas de sal o a afloraciones salinas. Estos materiales cerámicos conforman muchas veces *escombreras* o importantes acumulaciones de materiales cerámicos muy fragmentados. La ruptura de las vasijas confeccionadas a mano, en la prehistoria, está condicionada a la extracción de la sal solidificada en el interior de los recipientes cerámicos. Además el fuego que favorece la rápida evaporación del agua y la precipitación de la sal, deja claras marcas en las zonas de explotación salinera, mediante la abundancia de cenizas vegetales y huellas de combustión.

La explotación continuada de diversas minas para extraer agua salobre durante muchos siglos, ha ido produciendo un continuo acarreo de materiales de desecho en las zonas de trabajo, de ahí, el revuelto de los materiales amortizados.

Las huellas de asentamientos salinos en períodos antiguos, también hay que sondearlas, a parte de las bocaminas, por las *afloraciones salinas* de antiguos manantiales o minas perdidas, que se manifiestan mediante ligeras afloraciones. Muchas de estas afloraciones "naturales" eran frecuentadas desde tiempos remotos por homínidos y animales. La mayoría de ellas las encontramos en laderas de cerros yesíferos o farallones desmoronados por el paso del tiempo que han remodelado parte del paisaje. En la provincia de Madrid y Toledo en la cuenca del Tajo, se han documentado importantes poblados de la IIª Edad del Hierro ubicados en farallones yesíferos, en cuyas laderas afloran pequeños manantiales de agua salobre (VALIENTE, S. *et alii*, 2003).

CAMBIOS EN LA GEOTECTÓNICA

La zona próxima a la explotación tiene una geotectónica un tanto complicada, como la que observamos en Espartinas:

1º Una intensa acción erosiva del agua que ha arrastrado materiales arqueológicos (cerámicas, soportes, galbos, fondos, etc.) creando varias barranqueras hacia el arroyo de Valdelachica, donde se encuentran estos materiales incrustados entre otros de aluvión, que han conformado unas terrazas sobre las que se abrieron las cuevas medievales y otras más recientes, además del convento de Espartinas.

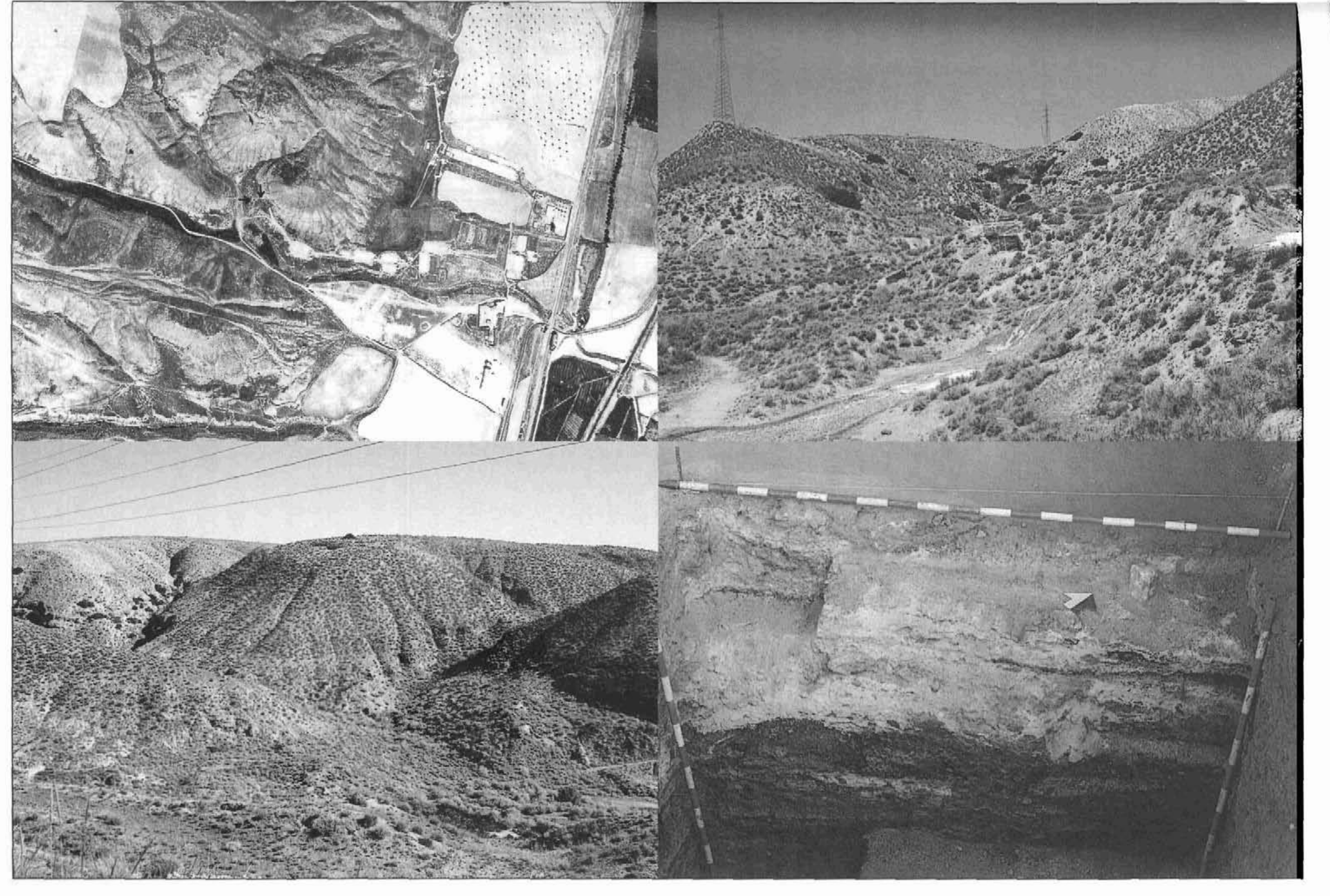


Lámina I. 1. Fotografía aérea de la zona de Salinas de Espartinas. Las flechas enmarcan la zona de la boca mina y la escombrera. 2. *Bocamina-chica*, por donde aflora agua salobre que se precipita y produce eflorescencias. 3. Cerro-escombrera, próxima a la *boca mina chica* que ha estado en explotación hasta mediados del siglo XX. 4. Corte 3C-E. Cuadrícula abierta en el cerro de la escombrera, donde se observa gran acumulación de trozos cerámicos junto con restos de combustión y cenizas.

2º La caída de farallones yesíferos ha producido la ocultación de antiguas minas de extracción de agua salobre, en torno a lo que se conserva hoy de la antigua escombrera.

3º Tal vez el efecto de alteración se viera acrecentado por la continua deforestación de la vegetación de la zona, a causa de la necesidad de la utilización de la leña necesaria en la combustión del agua salobre para la obtención de la sal y los hornos de fabricación de las cerámicas.

Este proceso se incrementaría en el Neolítico-Final- Calcolítico, en una zona ya de por sí árida (SENDEROS, A. en VALIENTE, S. *et alii*, 2003), y que tendría una repercusión importante en los asentamientos de poblados de la zona que estarían en terrenos elevados.

OTROS SISTEMAS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN DE LA SAL

El hombre a lo largo de los siglos fue cambiando un tipo de vida itinerante por otra en asentamientos estables, necesitando probablemente obtener más sal para cubrir sus actividades relacionadas con el proceso de una nueva producción de bienes.

A lo largo de los años, se aplicaron diferentes sistemas de extracción de sal para garantizar la existencia de este producto. Como consecuencia de los procesos aplicados, el medio circundante fue modificándose, dejando claras huellas en el paisaje.

La sal se presenta en diferentes medios y formas. La sal gema, no siempre aflora con facilidad (caso de Cardona, Barcelona) o no permite una extracción sencilla como la sal de Glauber en las explotaciones recientes de las minas de Villarrubia de Santiago o las del Consuelo y el Amparo en Ciempozuelos (CARVAJAL, D. 2003:331). Muchas veces es el agua quién transporta este preciado mineral disuelto y el hombre la obtiene, sometiéndola por evaporación en vasijas mediante *fuego*, o prolongadas *exposiciones* al sol en balsas, tinas o presones.

En época prehistórica la cocción de esta agua salina en recipientes de cerámica fue el sistema empleado en muchas zonas de España y el resto de Europa[1], conservándose numerosos vestigios que se deben identificar y valorar, para poder seguir los diferentes procesos de elaboración de la sal a lo largo de la antigüedad.

Muchos de los fragmentos que fueron amortizados proceden de los recipientes fabricados con barros y arcillas en el mismo lugar. Así parece demostrarlo los importantes niveles de arcillas y gredas localizados en los terraplenes que se rebajaron para ubicar los presones en Salinas Espartinas. Este extremo está pendiente de los resultados de los análisis solicitados para conocer la procedencia de los barros de las vasijas.

Con estas margas y gredas apisonadas se cimentaron las balsas y uno de los calentadores que se conservan en Salinas Espartinas. Estos estratos de margas y gredas rojizas y verdosas se documentaron durante la excavación del calentador. También se recuperó parte de una estera tejida en esparto y brea que se usó como aislante según consta en el informe de 2002, entregado a la C.A.M.

Asociada a la manufactura de la cerámica aparece *la cestería* en los recipientes fabricados a mano de época prehistórica. De esta actividad existen numerosos vestigios e improntas sobre todo en las bases (VALIENTE S. *et alii*, 2002) y galbos, los cuales muestran huellas de esparto y cañas entretejidos, como también podemos ver en otros fragmentos de vasos recuperados en El Ventorro (PRIEGO, Mª.C. y QUERO, S. 1992: 283-297). En Espartinas los estudios de cerámicas y de flora permiten asociar la cestería a la fabricación de vasos, al menos desde el Calcolítico hasta las edades del Bronce (LÓPEZ SAINZ, J.A. 2003 en VALIENTE, S. *et alii*, 2003, informe sobre análisis de polen).

[1] Entre finales del siglo XX y primeros años del XXI, son numerosos los trabajos que han puesto de manifiesto la importancia de la sal en el Mundo Antiguo (WELLER, O. 2001 y 2003). Entre otros mencionamos los estudios de SAULE, M. "La fabrication du sel et la ceramique de l'Âge du Bronze à Salies-de-Bear". Catalogue de *l'Exposition L'Age des Metaux* en Bearn. Pau NENQUIN 1961. "Salt" A Study in economic prehistory. Dissertationes Archaeologicae Gandenses .VI. Brugge. La explotación y el dominio de los caminos de acceso a las zonas de sal, pudo influir en el nacimiento de ciertas jerarquías y jefaturas entre varios pueblos (DELIBES DE CASTRO, G. 1993 y 1998).

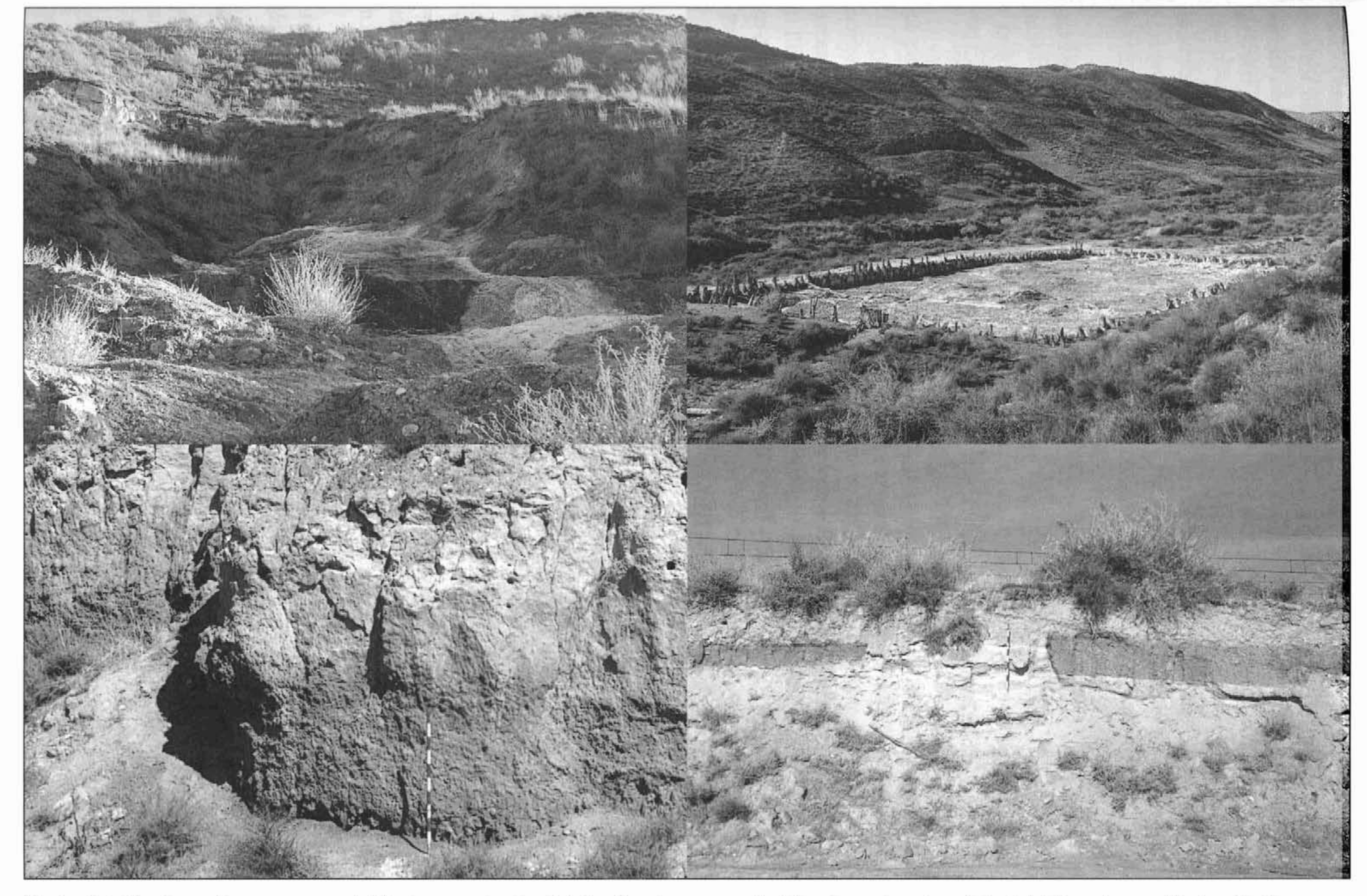


Lámina II. 1. Afloraciones salinas en otras zonas del Tajo, *Sotomayor*, Aranjuez. 2 . balsa-calentador con restos de tablas y tirantes de madera, aún "in situ". 3. Zonas de extracción de arcillas, barros y gredas que han servido para la fabricación de los vasos cerámicos y los suelos de las balsas y eras. 4. Restos de balsas confeccionadas con gredas sobre suelos de guijarros de cuarcita, ubicados junto a la vía del ferrocarril, próximas al antiguo apeadero de Salinas de Espartinas (hoy desaparecido).

En la zona este, junto al camino de acceso y en una antigua cantera que linda con el ferrocarril se han localizado restos de fondos de antiguas balsas, conformadas por niveles de greda sobre pisos de guijarros de río. Los vestigios se documentan en la margen derecha del arroyo de Salinas Espartinas y a la izquierda del puente del ferrocarril. En esta zona hay una gran acumulación de escombros de los que debió ser el *apeadero de Espartinas,* hoy desaparecido y otras edificaciones anejas al mismo[2].

Aunque en los niveles prehistóricos de la escombrera se han documentado guijarros de cuarcita o fracturaciones de los mismos éstos no son numerosos. Pero algunos nos presentan huellas de uso como alisadores, y otros, se han visto sometidos a la acción del fuego lo que ha producido su fractura. Los guijarros serían de las terrazas del cercano río Jarama, aunque esta procedencia estaría pendiente del análisis de éstos.

Los datos aportados por los análisis de polen, a falta de otros sobre los vestigios de carbón recogidos en las excavaciones de la escombrera, muestran una importante flora herbácea cercana al 80%, con indicativos de *Artemisa, Armeria/Limonium,* seguida de un encinar-coscojar muy abierto en el que predomina el *Quercus ilex-coccifera* y algunos rodales del acebuche u olivo silvestre (LÓPEZ SÁEZ, J.A. 2003). Estos datos junto con otros análisis, nos permitirán reconstruir lo que fue el paisaje antiguo en Salinas Espartinas.

Es de reseñar que también se han iniciado trabajos interdisciplinares para explicar la complicada tectónica del terreno y los alrededores de Espartinas y comprobar la existencia de antiguas minas de explotación salinera.

Otro extremo difícil de comprobar, es la extracción de sal mediante el lavado de gredas o tierras salobres en la prehistoria, como muestran ciertas referencias de Towsend en su viaje por España y que conoció personalmente cómo lo hacían los habitantes de Añover de Tajo, quienes obtenían salitre mediante este sistema en el siglo XVIII, al igual que otras poblaciones de Madrid (TOWSEND, J. 1786 y 1787: 67 y 68). En otras regiones muy alejadas como en Nueva-Guinea la extracción de sal se hace lavando las arenas, que están en contacto con agua salobre, en recipientes metálicos que al calentarse precipitan la sal (WELLER, O. *et alii,* 1966 y WELLER, O. 2003).

CONCLUSIONES

Este trabajo es uno de los primeros aportes que describe algunas de las características peculiares de un yacimiento de este tipo, aunque estamos en una primera fase de estudio, podemos mostrar una visión general de las salinas Espartinas y de sus alrededores.

Las investigaciones se complementarán con los datos de los diferentes análisis solicitados, unos en vías de elaboración y otros por realizar. Conviene resaltar en este yacimiento como en otros, la importancia de la cerámica y la cestería en relación con la elaboración de la sal en períodos que abarcan desde el Neolítico Final-Calcolítico hasta las etapas finales del Bronce. Este material cerámico es el más abundante y casi único, ya que no se documentan en el yacimiento restos de detritus de comida, restos de huesos de animales y tampoco útiles tallados o metálicos.

En un porcentaje mínimo se han documentado fragmentos cerámicos a torno que corresponden a época romana, T.S.H., clara y vulgar. Además de varios trozos de cerámica que podrían ser atribuidos a época medieval musulmana o cristiana.

La obtención de la sal a través de un proceso de evaporación en recipientes cerámicos y su posterior rotura que estamos ante una zona de trabajo y por ello las vasijas aparecen fragmentadas siendo imposible recuperar formas completas. En las zonas próximas estarían los lugares de habitat como lo confirman los datos recogidos de la Carta Arqueológica del Servicio de Arqueología de la C.A.M.

[2] Esta zona está alejada de nuestra área de investigación actual y será motivo de estudio en función de la ubicación del apeadero, del que se dispone de una valiosa documentación recogida de los archivos ferroviarios.

La pervivencia de esta explotación de las salinas Espartinas los años sesenta del siglo XX, nos obliga a la consulta de diferentes archivos tanto de documentación histórica como gráfica. La importancia que está adquiriendo la investigación de los yacimientos salinos a lo largo de la historia de la humanidad hace que nos sintamos obligados a comunicar nuestras investigaciones, tanto en los foros nacionales como internacionales, que traten sobre temas relacionados con la sal.

BIBLIOGRAFÍA

- **Ayarzagüena, M. (2000):** "La cerámica de Ciempozuelos: su descubrimiento." *Revista Archaia.* S.E.H.A. Año I Vol. I.
- **Blasco, C. y Recuero, V. (1994):** "Inventario general de yacimientos" en M.C. Blasco (ed). *El horizonte campaniforme de la región de Madrid en el Centenario de Ciempozuelos.* Patrimonio Arqueológico del Bajo Manzanares 2. Universidad Autónoma de Madrid.
- **Blasco, C. (2000):** "El Horizonte Campaniforme y la Edad del Bronce en Madrid". *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología. 1998 nº 39-40.* Madrid 2000. pp. 147 y ss.
- **Carvajal García, D. (2003):** "Los descubrimientos minerales en la unidad salina de la cuenca de Madrid durante el siglo XX. Historia de una fiebre minera". *Actas del IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. pp. 323-332.* Utrillas (Teruel).
- **Delibes de Castro, G. (1977):** *El Vaso campaniforme en la Meseta Norte española.* Valladolid.
- **Delibes, G. (1993):** "Sal y jefaturas: una reflexión sobre el yacimiento del Bronce Antiguo de Santioste en Villafáfila (Zamora)". *Grigecio. Revista de Estudios de Benavente. Nº 3.* Benavente. Zamora.
- **Delibes, G., Viñé, A. y Salvador, M. (1998):** "Santioste, una factoría salinera de los inicios de la Edad del Bronce en Otero de Sariegos (Zamora)". *Minerales y metales en la Prehistoria Reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la Península Ibérica".* Universidad de Valladolid. pp 155-198.
- **Del Río, P. (1995):** "Campesinado y gestión pluralista del ecosistema en el marco teórico para el análisis del III y II milenios a.C. en la Meseta Peninsular". *Trabajos de Prehistoria, 52, nº 2.* pp. 99-109.
- **Escacena, J.L., Rodríguez de Zuloaga, M. y Ladrón de Guevara, I. (1996):** "Guadalquivir salobre. Elaboración prehistórica sal marina en las antiguas bocas del río". Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Sevilla.
- **García, M. y Olaetxea, C. (1992):** "Métodos y análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España". *Archivo Español de Arqueología, 65.* pp. 263-289. Madrid.
- **López Gómez, A. y Arroyo Ilera, F. (1983):** "Antiguas salinas de la comarca de Aranjuez". *Estudios Geográficos.* Vol., pp. 339 y ss.
- **Martín, M.ªT., Tostón, F. y López Cidad, F. (2002):** "Documentación histórica de las salinas Espartinas". *Revista Archaia, nº 2. S.E.H.A.* 46-53. Madrid.
- **Martínez Navarrete, M.ªI. (1989):** *Una revisión crítica de la prehistoria española: la Edad del Bronce como paradigma.* Madrid. Ed. Siglo XXI.
- **Millán, A., Arribas, J.G. y Calderón, T. (1991):** "Características mineralógicas de cerámicas campaniformes: El yacimiento de Preresa (Madrid)". *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas. Nº 7. Inst. Arq. Municipal* Madrid., pp.57-70.
- **Morere, N. (1991):** "L´exploitation romaine du sel dans la region de Sigüenza". *Gerion, anejos, III,* pp. 223-235.
- **Muñoz, K., García, T. e Izquierdo, D. (1995):** "Aportaciones al estudio de la Edad del Cobre en la Cuenca Media del río Tajo". *Boletín del Seminario de estudios de Arte y Arqueología de la U. de Valladolid. Nº LXI.* pp.31-50.
- **Priego M.ªC. y Quero, S. (1992):** "El Ventorro, un poblado prehistórico de los albores de la metalurgia". *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas, nº 8.* Madrid.
- **Riaño Rada y Delgado y Catalina. (1894):** "Hallazgo prehistórico en Ciempozuelos". *Boletín Real Academia de la Historia XXIV.* Madrid., pp. 436-451.
- **Sala Caja, L. (2003):** "La competencia terminológica: causas lingüísticas en el auge del término *sosa* y el declive de *barrilla* en los siglos XVIII y XIX". *Asclepio. LV-2.*

- **Valiente, S., Ayarzagüena, M., Moncó, C. y Carvajal, D. (2002):** "Excavación arqueológica en las Salinas de Espartinas (Ciempozuelos) y prospecciones en su entorno". *Revista Archaia. Vol. 2.*
- **Valiente Cánovas, S., López Cidad, F., Senderos, A. y López Saéz, J.A. (2003):** "Aproximación al estudio de las explotaciones de sal en los ríos Jarama y Tajo, durante la Prehistoria". L´Explotació de la Sal. *Trobada Internacional d´Arqueología Cardona (Barcelona).* (En prensa).
- **Weller, O. (2001):** "Aux origines de la production du sel en Europe. Vestiges, fonctions et enjeux archéologique". *Archèologie du sel: Techniques et societés. Internationale Archäologie. ASTK Congrés UIPP Liége. Ed. Weller 2002.*
- **Weller, O., Pètrequin, P., Pètrequin, A.M.ª y Couturaud. (1966):** "Du sel pour les èchanges sociaux. L´exploitation des sources salèes en Nouvelle-Guinèe (Irian, Jaya Indonèsie)" *Journal de la Societè des Océanistes C.N.R.S. Nº 102.* Musée de l´Homme. Paris.
- **Weller, O. (2003):** "Premiers elements d´une préhistoire du sel". L´Explotació de la Sal" y "Approches ethno-archéologique de l´explotation du sel". *Trobada Internacional d´Arqueología Cardona (Barcelona).* (Ambos en prensa).

Arqueometalurgia y funcionalidad: una nueva aproximación al estudio de los metales en la Prehistoria

C. Gutiérrez Saez, R. Márquez, C. Martín, P. Alonso, J. Jiménez, C. Campayo, A.N. García, F. Murcia, I. Serrano, C. Arias e I. Pardo
Universidad Autónoma Madrid.
carmen.gutierrez@uam.es

RESUMEN

El enfoque actual de la Arqueometalurgia va encaminado a la comprensión del proceso tecnológico, mediante la analítica de componentes y la metalografía. Una vía recientemente abierta, y apoyada en la experimentación, introduce el análisis de las huellas de uso para determinar la eficacia de los instrumentos y su uso real, lo que nos permite aproximarnos a la valoración funcional de las primeras armas y herramientas metálicas.

En este trabajo presentamos los resultados del programa experimental sobre instrumentos de cobre puro trabajado mediante técnicas como forja y recocido, así como las huellas resultantes diversos procesos funcionales.

Palabras clave: Arqueometalurgia, huellas de uso, Traceología.

ABSTRACT

The current approach to Archaeometallurgy is aimed to the understanding of technologic processes by means of the analyses of the components and metallography. A new way recently opened, based on experimentation, introduce use-wear analysis to determine the good perfomance of the tools and their real use. This allow us to make the functional valuation of the first weapons and metallic tools.

In this work we present the experimental program results on pure copper instruments by means of techniques such forge, and those wear produced after different working processes.

Key words: *Arqueometalugy, microwears, Traceology.*

La Arqueometalurgia integra un conjunto de procedimientos diversos centrados principalmente en dos grandes aspectos, la analítica de componentes que comprende a su vez técnicas distintas, por una parte, y los estudios metalográficos por otra. El objetivo común va encaminado a un conocimiento cada vez más apurado de los procesos tecnológicos de la metalurgia prehistórica, tanto en lo referente a la composición de minerales como en los tratamientos sufridos por los objetos durante el proceso de producción. Los datos obtenidos se conjugan con los estudios tipológicos y el contexto arqueológico y de ellos se ha inferido una funcionalidad derivada básicamente de la morfología de los objetos. Sin embargo poco sabemos de aspectos como su uso real o su propia eficacia en tareas diversas, especialmente durante las fases metalúrgicas más antiguas, Calcolítico y Bronce, cuando el proceso de producción está aún por dominar por parte de los metalúrgicos prehistóricos y, por el contrario, las series metálicas hacen frente a producciones como las derivadas de la industria de piedra tallada y pulida que están en sus mejores momentos.

La Traceología o estudio de huellas de uso sobre instrumentos y objetos prehistóricos es una técnica que lleva investigando más de tres décadas preferentemente la funcionalidad de la industria de piedra tallada a partir de los

trabajos pioneros de Semenov y su desarrollo en occidente por parte de Keeley y otros[1], siendo su aplicación a los objetos metálicos muy reciente. La base del conocimiento de las huellas de uso se obtiene de la experimentación que permite obtener patrones de huellas con los que contrastar los objetos prehistóricos y, además, valorar la eficacia funcional de los mismos. En el programa experimental se definen las variables independientes que interactúan en el gesto funcional para generar las huellas de uso. Las más comunes son la materia sobre la que se trabaja, la acción ejecutada, el tiempo y, por supuesto las características propias del instrumento, sea herramienta o arma, como la materia prima, el tipo y ángulo del borde. Un programa experimental bien estructurado permite relacionar las variaciones de las huellas obtenidas con distintas confluencias de variables independientes que las producen y, a su vez, posibilita una colección de huellas de referencia imprescindible. El segundo paso es la observación del material arqueológico contrastando las huellas encontradas en él con las producidas experimentalmente. La aplicación de estos estudios a la piedra tallada ha permitido un conocimiento más apurado de estas industrias en términos funcionales.

Los estudios de Traceología sobre material metálico apenas han empezado a iniciarse y sus resultados son, aún, preliminares. Varios son los problemas que confluyen en este retraso respecto a otras materias prehistóricas. Una de las causas principales es preguntarnos acerca de la necesidad de aplicación de una metodología compleja a un instrumental del que se conocen presuntamente la mayoría de las funciones. En efecto, se trata de herramientas, armas u otros elementos como accesorios y adornos cuya morfología quedó fijada de forma incipiente en época prehistórica manteniéndose en muchos casos hasta nuestros días. La versatilidad del metal, forjado en frío y muy especialmente batido en caliente y moldeado, ha permitido a los grupos humanos crear ítems morfológicamente adaptados a su funcionalidad. Se parte, entonces, de instrumentos conocidos como puñales, espadas, hachas, punzones, sierras, leznas y otros más cuyos tipos y formas se irán diversificando a medida que avanza el dominio sobre las técnicas metalúrgicas. La pregunta fundamental es la siguiente: ¿el conocimiento de los procesos de producción y las morfologías resuelve todos los aspectos de la funcionalidad?. Se ha indicado con anterioridad[2] algunas de las cuestiones que la Traceología puede resolver en este campo y que se pueden resumir en tres aspectos. En primer lugar nos permitiría ampliar el conocimiento de los procesos tecnológicos metalúrgicos y su capacidad de producción. En segundo término necesitamos una definición precisa de algunos tipos metálicos que se prestan a ambigüedades bien por tratarse de elementos susceptibles de emplearse en funciones diversas, bien porque la variedad de sus atributos esconde instrumentos distintos. Finalmente el estudio nos permitiría una reinterpretación de carácter tecnológico, económico y social a partir de los datos traceológicos.

La resolución de estas cuestiones pasa por conocer la respuesta de los diversos instrumentos al uso, medido en términos de eficacia, y debe hacerse a partir de la experimentación y la posterior contrastación sobre los objetos metálicos. Este aspecto es fundamental a lo largo de la Prehistoria con metales puesto que incluso con base cobre, las materias primas empleadas son diversas -cobre más o menos puro, cobre arsenicado, bronces de distintas composiciones- y sus tratamientos también. En estos periodos iniciales, además, el repertorio metálico es harto limitado, sus procedimientos de obtención son aún aleatorios y hay una fuerte competencia con el instrumental lítico.

El segundo gran grupo de problemas atañe a la falta de experimentación con esta materia debido a las dificul-

[1] Semenov, S.A. 1964, *Prehistoric Technology*. Ed. Española 1981. Akal. Keeley, L.H. 1980, *Experimental determination of stone tool uses. A microwear analysis*. The University of Chicago Press. Mazo, C. 1991, *Glosario y cuerpo bibliográfico de los estudios funcionales en prehistoria*. Monografías arqueológicas 34. Universidad de Zaragoza. González, J.E. e Ibáñez, J.J. 1994, *Metodología del análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*. Universidad de Deusto. Gutiérrez Sáez, C. 1996, *Traceología. Pautas de análisis experimental*. Ed. Foro. Madrid. Calvo Trías, M. 2002. *Útiles líticos prehistóricos*. Ariel. Barcelona.

[2] Gutiérrez Sáez, C. 2002. Traceología aplicada al material metálico: límites y posibilidades. *Análisis Funcional*. BAR Internacional Series 1073: 261-272.

tades que entraña. Los procesos metalúrgicos como la reducción de los minerales, el recocido, la fundición, o el batido en frío y caliente son complejos y requieren infraestructura experimental y conocimientos específicos. Los metales usados en la Prehistoria, a su vez, son diversos en su composición dependiendo tanto de su propio origen como de la variabilidad de las aleaciones ejecutadas. Trazar una experimentación sistemática implicando un número tan grande de variables obliga a seleccionar las morfologías a experimentar de partida. La experimentación, a su vez, no puede ser ajena al desarrollo de otras técnicas analíticas, principalmente de metalografías y análisis de componentes si se quiere avanzar en la comprensión de la génesis de las huellas. Una tercera cuestión, no menos grave, es la posibilidad de identificar las huellas de uso sobre objetos metálicos antiguos, tanto por la presencia de huellas parásitas procedentes de los procesos tecnológicos de fabricación, postdeposicionales y de restauración como por los propios procesos de corrosión del metal.

A pesar de estas dificultades, se han iniciado varios acercamientos que aportan las primeras evidencias de este tema. Un tipo de acercamiento se centra en la evaluación de la eficacia de determinados tipos u objetos metálicos a partir de la experimentación, pero sin que se derive un estudio de las huellas dejadas en los objetos[3]. Un segundo paso lo constituye la observación de huellas sobre materiales arqueológicos procedentes del Bronce final[4-5] para evaluar la posibilidad de estudio funcional que presenta el material metálico a partir de la observación de las huellas.

Esta evaluación arroja dos resultados. 1) Un repertorio relativamente amplio de huellas encontradas sobre las piezas arqueológicas. 2) La constatación de que la Traceología sobre metal debe arrancar de un programa experimental estructurado. Sin él la interpretación de las huellas identificadas queda empañada al no poder establecer una relación estrecha entre cada tipo de huellas y la causa específica que la genera. Finalmente el procedimiento más completo aboga por aunar observación y experimentación. Entre los trabajos completos en su metodología pero puntuales en cuanto a instrumental, destaca el llevado a cabo por Kienlyn y Ottaway[6], quienes analizan las huellas de un conjunto de hachas de reborde depositadas en museos suizos y alemanes y las contrastan con resultados experimentales previos.

RESULTADOS PRELIMINARES

Para cumplir este objetivo se ha llevado a cabo un programa experimental donde se calibre la capacidad de discriminar aquellas variables como la cinemática, la materia trabajada y el tiempo de uso para aplicar sus resultados al material arqueológico. Las variables independientes contempladas aparecen en el cuadro siguiente.

El metal utilizado preferentemente ha sido cobre puro industrial (99'9% de pureza) que resultó fácil de conformar con los tres procesos de trabajo debido a su maleabilidad. Las piezas obtenidas según los diversos procesos fueron acabadas por limado y acciones de recorte en el caso de los dientes de las sierras o perforación para los remaches de los puñales. Una vez limpias se procedió a la observación y registro de huellas procedentes de los procesos

[3] Carrión Santafé, H. Baena Preysler, J. y Blasco Bosqued, C. 2002. Efectismo y efectividad de las espadas argáricas a partir de una réplica experimental del ejemplar de La Perla (Madrid) depositado en el Museo Arqueológico de Cataluña. *Análisis Funcional.* BAR Internacional Series 1073: 285-294; Liesau von Lettow-Vorbeck, C. 2002. Eficacia e ineficacia de las sierras metálicas ¿sólo sirven las de bronce?. *Análisis Funcional.* BAR Internacional Series 1073: 273-284.

[4] Brazaletes (11). Fíbulas (4 fragmentos). Espadas/puñales (2). Asadores (6 fragmentos). Punzones (1). Lingotes (1).

[5] Gutiérrez Sáez, C. e.p. Aproximación al estudio traceológico de un conjunto de piezas metálicas del Bronce final de Guadalajara. *El Bronce final en la Meseta.* II Encuentros de Arqueología en Molina de Aragón.

[6] Kienlin, T.L. & Ottaway, B. 1998. Flanged Axes of the North-Alpine Region: an Assessment of the Possibilities of Use Wear Analysis on Metal Artifacts. Mordant, C.; Pernot, M.; Rychner, V. (Eds): *L'Atelier du bronzier en Europe du XX^e au VIII^e siècle avant notre ère.* Tome II, pp: 271-286. CTHS. Paris.

RELACIÓN DE EXPERIMENTOS					
Nº exp.	**Útil**	**Metal**	**Tratamiento de trabajo**	**Acción funcional**	**Materia trabajada**
1	Puñal 2 remaches	Cobre puro	Forja en frío	Cortar	Carcasa animal
2	Sierra	Cobre puro	Forja en frío	Serrar	Madera
3	Sierra	Cobre puro	Forja en frío	Serrar	Hueso
4	Punzón	Cobre puro	Forja en frío	Grabar	Cerámica
5	Punzón	Cobre puro	Forja en frío	Grabar	Madera
6	Punzón	Cobre puro	Forja en frío	Perforar	Piel fresca
7	Punzón	Cobre puro	Forja en frío	Perforar	Madera
8	Puñal 2 remaches	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Cortar	Carcasa animal
9	Sierra	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Serrar	Madera
10	Sierra	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Serrar	Hueso
11	Punzón	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Grabar	Cerámica
12	Punzón	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Grabar	Madera
13	Punzón	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Perforar	Piel fresca
14	Punzón	Cobre puro	Recocido + forja en frío	Perforar	Madera
15	Puñal 2 remaches	Cobre puro	Forja en caliente	Cortar	Carcasa animal
16	Sierra	Cobre puro	Forja en caliente	Serrar	Madera
17	Sierra	Cobre puro	Forja en caliente	Serrar	Hueso
18	Punzón	Cobre puro	Forja en caliente	Grabar	Cerámica
19	Punzón	Cobre puro	Forja en caliente	Grabar	Madera
20	Punzón	Cobre puro	Forja en caliente	Perforar	Piel fresca
21	Punzón	Cobre puro	Forja en caliente	Perforar	Madera

tecnológicos. El siguiente paso consistió en el uso de las piezas a lo largo de una hora sobre las materias trabajadas y según las acciones referidas en el cuadro expuesto. Ya finalizado el trabajo funcional se fotografiaron, se eliminaron los mangos y se limpiaron con una solución de agua-alcohol al 50% más unas gotas de detergente neutro para llevar a cabo la observación tanto mediante lupa binocular como con microscopio metalográfico. Los resultados derivados podemos estructurarlos así:

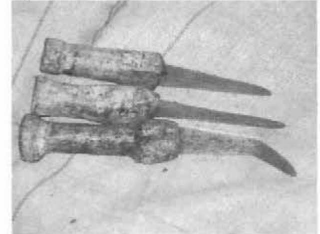
1. Huellas tecnológicas. En este caso hemos recogido un muestrario amplio de huellas de tipo mecánico relacionadas con los instrumentos de elaboración. Un aspecto a destacar es que la observación microscópica permite evaluar el nivel de pericia del artesano a partir de elementos propios de la morfología de la pieza como la simetría, la adecuación del ángulo del filo activo y la presencia o ausencia de pequeños errores en el uso de los instrumentos de trabajo.
2. Alteraciones del metal. El programa experimental ha permitido empezar a investigar sobre los procesos de alteración del metal comprobando tanto la rapidez de algunos de ellos como su distribución en relación a la presencia/ausencia de mangos.
3. Huellas de uso. A las huellas mecánicas se añaden otras más diagnósticas del uso observadas con microscopio metalográfico, con un rango de aumentos de 100X a 400X. Los distintos tipos de huellas permiten interpretar los siguientes aspectos:
   - *Zona activa*: ha sido posible determinarla con claridad en prácticamente todos los instrumentos experimentales a partir de la diversa conjunción de huellas.
   - *Cinemática del instrumento*: claramente en las sierras y los puñales, en menor medida en los punzones donde las trazas derivadas de distintas acciones como perforar, horadar o grabar se solapan entre si.
   - *Materia trabajada*: en este apartado los resultados han sido parciales debido a que el pulimento, huella principal para determinar esta variable, muestra atributos semejantes entre si que no permiten un diagnóstico

preciso y, además, esta huella queda pronto alterada por la rápida corrosión de los metales ante el contacto con la materia trabajada y los procesos de limpieza necesarios para la observación. Por el momento las huellas permiten una clasificación inicial entre trabajo de materias poco abrasivas como piel y carne, medianamente abrasivas -madera- y muy abrasivas -hueso y arcilla-.

- *Tiempo*: es difícil su estimación dado que la progresión de la huella depende tanto del tiempo de uso transcurrido como de la capacidad abrasiva de las materias trabajadas y de la acción ejercida.
- *Enmangues*: la presencia de mangos puede ser deducida en piezas como puñales a partir de la distribución de huellas de uso y alteración; es especialmente interesante constatar como la distribución de residuos de la materia trabajada se ubica en torno a los límites del mango, hecho que induce a una diferencia de alteraciones entre la zona enmangada y la zona libre, diferencia constatada en numerosos puñales prehistóricos.
- *Residuos*: debido al empleo de microscopía, se han podido detectar residuos[7] sobre algunas piezas arqueológicas. Así por ejemplo minúsculos fragmentos de madera[8] o madera, más fibra e improntas de tejido[9]. Los residuos son conocidos de antiguo en el mundo argárico pero raramente han sido analizados.

Los resultados obtenidos hasta ahora muestran la eficacia de la traceología para el estudio funcional sobre instrumentos metálicos. Hay que seguir ampliando la base experimental para incluir nuevas materias, procesos de trabajo, tipos de instrumentos y usos, tanto en materias trabajadas como en acciones. El segundo gran ámbito de este proyecto es el análisis de piezas metálicas. Para ello hemos centrado el estudio sobre 47 piezas procedentes de los fondos del Museo Arqueológico Nacional y 6 piezas del yacimiento de Poyos de Molinillo en Málaga. La mayoría de ellas pertenecen a conjuntos calcolíticos y del bronce argárico del sureste peninsular con la excepción de 3 puñales de lengüeta procedentes de contextos calcolíticos palentinos.

Los puñales-cuchillo

Desollado de la piel de oveja y estado de los puñales recien realizado el trabajo.



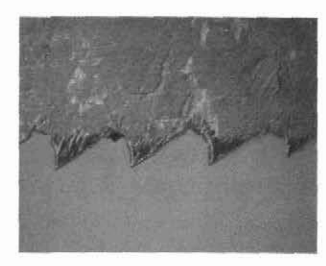
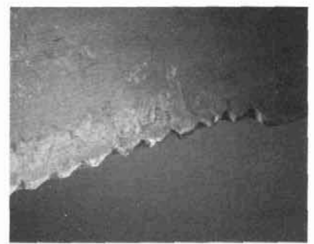

Filo del puñal 1A antes y después del uso (10X).

[7] Actualmente en estudio en la Universidad de Valencia.
[8] Sobre un punzón de Almizaraque.
[9] Sobre un puñalito de Hoyos de Molinillo.

Las sierras

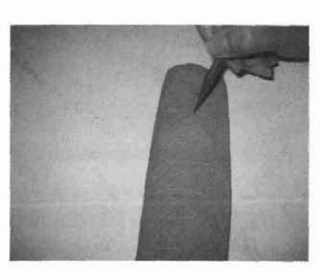
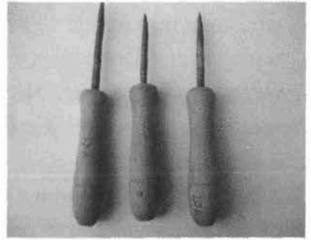



Sierra durante serrado de madera y tres de las sierras utilizadas.

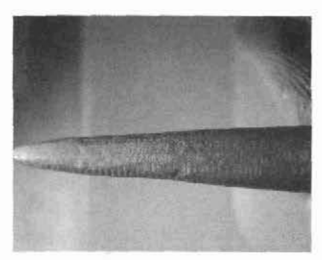
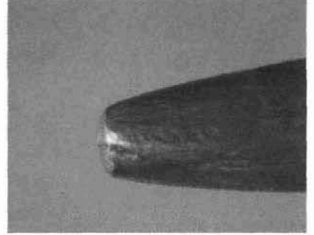



Sierra 10 A antes y después de haber serrado hueso (10X y 4X respectivamente).

Los punzones

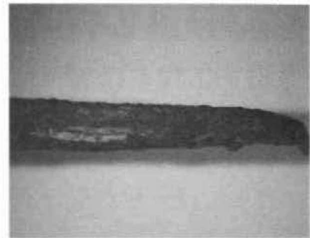



Punzón grabando cerámica y tres de los punzones utilizados.

Punzón 4A antes y después de grabar cerámica (6.3X y 25X respectivamente).

Los residuos

Poyos de Molinillo, fibra y residuos de madera (4X). Almizaraque, residuos de madera (6.3X).

La explotación minera de la cuenca del río Rumblar (Baños de la Encina, Jaén) en la Prehistoria reciente

Francisco Contreras Cortés*, Auxilio Moreno Onorato*, José Dueñas Molina, Alexis Jaramillo Justinico*, José Antonio García Solano*, Luis Arboledas Martínez*, Daniel Campos López* y Antonio Ángel Pérez Sánchez****

*Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada (España).
fccortes@ugr.es
**Colectivo Proyecto Arrayanes y Universidad de Jaén.
jduenas@uja.es

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en los trabajos de prospección arqueometalúrgica realizados en septiembre de 2003 en el valle del río Rumblar (Baños de la Encina, Jaén). Gracias a trabajos anteriores se conocía el poblamiento de esta zona desde la Edad del Cobre y especialmente la creación de poblados de nueva planta de función metalúrgica en la Edad del Bronce. Con la localización de las explotaciones mineras de cobre se puede relacionar poblamiento y explotación del territorio, pudiendo comprobarse que la explotación minera comenzó en esta zona en la Edad del Cobre.

Palabras clave: Alto Guadalquivir, Asentamiento, Edad del Bronce, Edad del Cobre, Minería, Prospección Arqueometalúrgica superficial.

ABSTRACT

Results of the archaeometallurgical surface survey in the Rumblar valley (Baños de la Encina, Jaén), made in September 2003 are presented here. Prehistoric occupation of this area was known in relation to Chalcolithic and, mainly, the Bronze Age, when new villages, true colonies, are founded looking after for metallurgical control. Localization of certain copper mines can be linked to these first occupations aimed to the exploitation of these resources since the Chalcolithic era.

Key words: *Bronze Age, Chalcolithic, High Guadalquivir valley, Mining, Settlement, Surface Archaeometallurgical Survey.*

El Proyecto Peñalosa, centrado en la reconstrucción histórica de las comunidades de la Edad del Bronce que vivieron en el Alto Guadalquivir, ha realizado una serie de prospecciones arqueológicas en el valle del río Rumblar encaminadas a delimitar el poblamiento prehistórico de esta zona minera (Nocete *et al.*, 1989; Lizcano *et al.*, 1990). La interpretación cultural de este territorio se ha completado con las excavaciones arqueológicas desarrolladas en los yacimientos de Sevilleja y Peñalosa (Contreras, 2001; Contreras y Cámara, 2002).

Se ha podido establecer que el poblamiento de la cuenca alta del río Rumblar ha estado condicionado por la explotación especializada del mineral de cobre y toda su ordenación territorial ha girado en torno a la metalurgia de este metal. Sin embargo, hasta el momento no se había prestado especial atención a la localización de las minas de cobre que posiblemente fueron explotadas por esta población, aunque en los primeros trabajos publicados sobre la prospección ya se indicaba la existencia de posibles filones de cobre (Lizcano *et al.*, 1990).

Por ello, una de las actuaciones planteadas para la segunda fase del Proyecto Peñalosa consistía en la localización de los lugares de extracción y su relación con los asentamientos detectados en la prospección. Esta actuación

fue llevada a cabo del 1 al 19 de septiembre de 2003 por los firmantes de este trabajo y financiada por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

El objetivo de esta prospección minera no era exclusivamente el estudio de la distribución espacial de los recursos minero-metalúrgicos, es decir, no se pretendía que el estudio quedara limitado a la representación cartográfica de la dispersión de los recursos minerales sino que también se quería evaluar las evidencias sobre posibles zonas de extracción y transformación y relacionar todas ellas con la dispersión de los asentamientos de esta área documentada a partir de la prospección sistemática realizada en 1987 (Lizcano *et al.*, 1990).

En la cuenca alta del río Rumblar, zona en gran parte ocupada por las aguas del embalse del mismo nombre y donde los ríos Pinto y Grande se unen para formar un único curso de agua, el Rumblar, afluente del Guadalquivir, se pueden distinguir 3 subzonas: la zona central donde se localiza el embalse, que ha cubierto el estrecho valle pero donde aún hoy se conservan algunas pequeñas zonas agrícolamente aprovechables; la zona occidental con pendientes que superan el 50%, con mayor masa forestal y un paisaje ligeramente abrupto, y la tercera zona, la oriental similar a la central pero jalonada de colinas desde las cuales se controla no sólo el valle central sino la Depresión Linares-Bailén al oriente.

La estrategia de prospección llevada a cabo se ha basado en el rastreo de la zona por parte de todo el equipo, en algunas ocasiones se ha dividido el mismo en dos para recorrer las dos vertientes de un arroyo o las distintas laderas de un cerro. Ante cualquier hallazgo, el equipo se ha concentrado en el lugar y se han referenciado las coordenadas UTM, la dirección de las vetas, se ha documentado fotográficamente y a continuación se ha dado una batida intensa por parte de todos los miembros del equipo a fin de recuperar el máximo posible de evidencia tanto arqueológica como geominera.

Los trabajos de prospección han constatado no sólo la potencialidad minera de algunas áreas que en la actualidad no lo son, sino también la posible re-explotación de zonas trabajadas en épocas antiguas, posiblemente desde épocas prehistóricas; pero que han sido importantes en el desarrollo cultural de la región.

La gran mayoría de las explotaciones se han asociado a la extracción de mineral presente en vetas y diques o sistemas de ambos asociados. Con relación al tipo de roca de caja las mineralizaciones de vetas y diques pueden presentarse en granitos, zonas de pegmatitas, zonas de brechas de contacto litológico y, zonas de esquistos y pizarras.

En la zona se explotan dos tipos de manifestaciones minerales: una asociada a concentraciones primarias de sulfuros, vinculada a las vetas y diques, y una segunda asociada a enriquecimiento supergénico de suelos y vetas por óxidos de hierro con presencia de oligisto, hematita, gohetita y otros que llegan a presentar concentraciones económicamente explotadas.

Los depósitos minerales de la faja pirítica son de dos tipos fundamentalmente: uno corresponde a la paragénesis pirita-cobre, formada principalmente por pirita y pequeñas cantidades de calcopirita, blenda y galena. El otro atiende a la paragénesis pirita sulfuros-polimetálicos, diferenciándose del anterior, sobre todo, por los mayores contenidos de blenda y galena. De ellas es posible recuperar marginalmente hierro, cobre -con oro y plata- y cinc. En las del segundo tipo interesan sus componentes metálicos como cobre, plomo y cinc, quedando como residuo una pirita de grano fino y teóricamente desprovista de materiales férreos (Cano, 1989: 134).

Las mineralizaciones se manifiestan en diversas litologías, pero, casi exclusivamente se hallan vinculadas a dos unidades geológicas, una al zócalo herciniano de pizarras y esquistos que abarca casi la totalidad de la zona pero cuyas mineralizaciones se hallan concentradas en zonas de contacto con basamentos graníticos, y la otra unida al basamento granítico (terciario?) tanto ubicado en la zona de La Carolina-Santa Elena, como en la zona suroeste vinculada a la faja Navamorquín-Escoriales.

Los filones metalíferos en todas las áreas prospectadas son de origen hidrotermal desconociéndose la génesis de las mineralizaciones; existen otro tipo de filones que presentan cierto enriquecimiento supergénico facilitando la precipitación de algunos minerales que han generado depósitos secundarios muy ricos en hierro.

Los filones metalíferos se disponen estructuralmente en función de la tectónica que ha afectado a la roca de caja, es decir, presentan varias direcciones en función de la fracturación estructural de ellas. Estos se han agrupado en diversas zonas inicialmente en función del carácter de la roca de caja y en segundo lugar en función de la naturaleza de las vetas en cuanto a dirección y buzamiento.

La mayor parte de los filones se encuentran en zonas de piedemonte, con pocas posibilidades de defensa, aunque casi todos ellos pueden ser controlados territorialmente desde diferentes poblados, ubicados estratégicamente no sólo para el control del territorio, sino también para el control de las minas.

La gran mayoría de las minas asociadas a áreas pizarrosas se sitúan en las partes basales y medias de las laderas de cerros muy escarpados donde se han establecido asentamientos, aunque ocasionalmente se hallan en zona de colinas bajas de fácil acceso y en zonas que van sobre la cima de dehesas.

La prospección superficial llevada a cabo ha brindado unos magníficos resultados de cara a la futura investigación e interpretación cultural de esta zona. Es bastante conocida la minería industrial llevada a cabo a lo largo de todo el siglo XIX en la cuenca minera de Linares-La Carolina e incluso pensábamos, previo a la prospección, que este importante desarrollo minero habría ocultado las huellas de la minería más antigua. Sin embargo, hemos podido comprobar cómo en la zona de la cuenca alta del Rumblar son aún muy numerosos los vestigios de la extracción minera de época prehistórica y romana que permanecen intactos. También hay que comentar que con esta nueva prospección se ha incrementado el número de yacimientos que conocíamos en la cuenca del Rumblar.

Hemos documentado indicios de extracción minera en la zona que podrían corresponder a tiempos prehistóricos. Ello viene avalado, en primer lugar, por la morfología de los lugares encontrados: grandes socavones superficiales, mostrando restos de la mineralización en las paredes, abundantes restos de clastos líticos, desechos de los trabajos de minería, en la superficie y pequeños o medianos vertederos de tierra cubiertos por la vegetación. En segundo lugar, en algunos de ellos hemos encontrado restos de cultura material de época prehistórica que nos sirven como indicio principal para adscribir estas minas a tiempos prehistóricos.



Lámina I. Mina calcolítica de El Polígono y muestras de malaquita y azurita.

Los hallazgos más relevantes han sido los siguientes:

- **MINA DEL POLÍGONO:** área de explotación de vetas superficiales de cobre. Está formada por varios conjuntos: explotaciones recientes de mineral de cobre, explotaciones antiguas de este mineral y restos de cantería de arenisca. Se trata de una serie de socavones en la parte alta del cerro, con indicios mineralizados en las paredes y vertederos antiguos tapados por la vegetación. Presenta fuertes concentraciones de malaquita y azurita con presencia de estibina y vetas de cuarzo cristalino altamente compactas. Estas vetas se desarrollan sobre pizarras que se hallan altamente fracturadas generando bloques de 2 a 20 cm. de diámetro

  En las inmediaciones a estos lugares se ha recuperado una hoja de sílex de filiación cultural claramente calcolítica, por lo que pensamos en la posiblidad de que se trate de una mina de la Edad del Cobre, ya que además se encuentra en el borde del Piedemonte, en la zona de contacto con la Depresión Linares-Bailén, donde el poblamiento de la Edad del Bronce es prácticamente inexistente. Pero sobre todo es significativo que se encuentra situada estratégicamente entre dos yacimientos calcolíticos, el Cerro del Tambor y el Castillo de Baños.

- **ÁREA MINERA DEL MURQUIGÜELO.** En esta zona se han determinado distintas estaciones que parecen responder a trabajos de minería antiguos, posiblemente de la Edad del Bronce debido fundamentalmente a la cercanía a algunas de ellas de poblados argáricos.

  La Estación 32, situada en el margen derecho del Arroyo Murquigüelo, está representada por una cata de 2 m de ancho por 7 m de largo y 1,5 m. de profundidad. Se detecta presencia de galena y malaquita vinculadas a una roca altamente triturada, asociada con cuarzo ferruginoso y pequeñas venas de moscovita y feldespato altamente meteorizadas. Grandes concentraciones superficiales de oligisto y hematite y presencia de malaquita en pátinas de muy poca extensión.

  La Estación 35 presenta una zona de vertedero y de cantera mineralizada vinculadas a una escombrera que se levanta hasta dos metros respecto a la cota. El área explotada presenta 3 m de alto por 6 m de altura y 2 m de profundidad. El vertedero está totalmente recubierto por la vegetación por lo que no hemos podido recoger muestras.

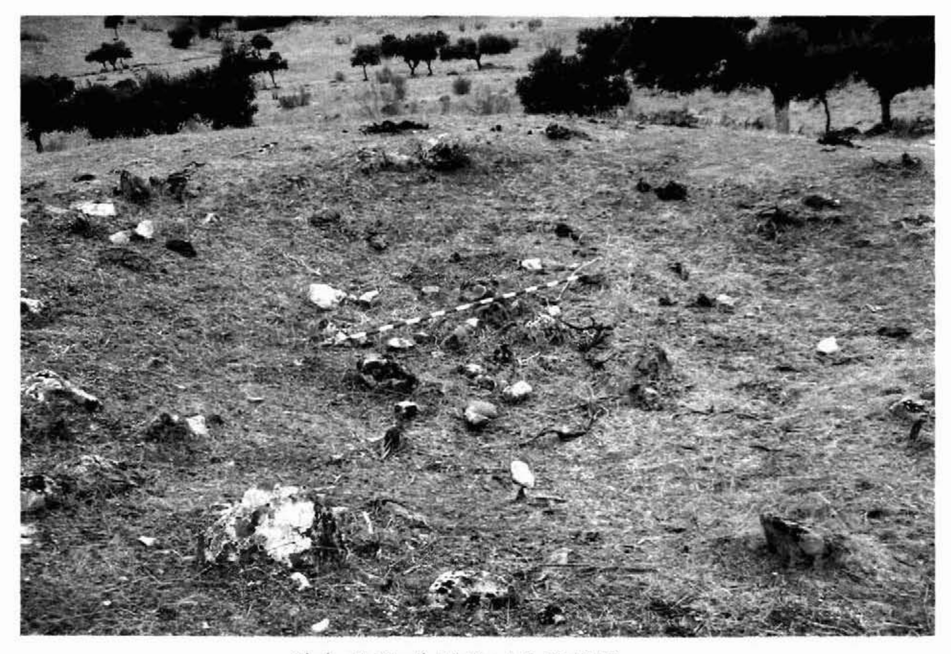


Lámina II. Estación 38. Mina de la Edad del Bronce.




Lámina III. Estación 45. Mina de la Edad del Bronce. Vertedero y martillo de minero.

La Estación 38 se caracteriza por un socavón en la margen derecha del Murquigüelo. Se evidencia la presencia de brechas enriquecidas con malaquita con variaciones laterales a pegmatita. El material se halla altamente meteorizado. Las muestras recogidas presentan vetas brechadas con fragmentos de cuarzo segmentados por inyecciones de cuarzo y calcita. La malaquita se presenta diseminada en todo el material moteándolo con bajas concentraciones.

Cercana a esta mina (menos de 100 m) se encuentran dos poblados argáricos de gran importancia: El Castillejo y Piedra Letrera, por lo que pensamos que las huellas de estos trabajos mineros podrían corresponder perfectamente a época argárica.

- **ÁREA MINERA DE Dª EVA.** En esta zona se han encontrado varios pozos y vertederos que indican la presencia de argáricos y romanos en la explotación del mineral. Aparecen una serie de socavones superficiales unidos a un gran vertedero en el que se localizó un martillo de minero de la Edad del Bronce, similar a otros encontrados en Peñalosa. En los socavones hay presencia de vetas de cuarzo de grosor variable con pátinas superficiales de malaquita, así mismo pizarras cuya exfoliación se halla también con altas concentraciones de malaquita paralelos a los planos de exfoliación. Ésta siempre se halla diseminada de manera discontinua sobre la roca de caja y la veta. Hay elevadas concentraciones de óxidos de hierro en forma de hematites y oligisto. Se reconocen en algunas muestras algún brechamiento incipiente del material.
- **SALAS DE GALLARDA.** Se trata de un conjunto de explotación minera de época romana, sin embargo en las inmediaciones hay algunos socavones (Estación 57B) de forma redondeada, de unos 2 m de diámetro, con mineralizaciones de cobre, cuya explotación parece prehistórica. Hay presencia de esfalerita (sulfuro de cinc) asociada a costras de malaquita en nódulos de hierro. La malaquita también se halla asociada a fragmentos de cuarzo fracturados, en forma de costras discontinuas sobre la superficie del cuarzo. Muy posiblemente la mineralización esté asociada a vetas de cuarzo brechadas parcialmente y en cuyas fracturas internas se desarrollan precipitaciones de carbonato de cobre y calcita.

Debido a lo complejo de las áreas mineras observadas, ya que en su mayor parte han sido reutilizadas y reexplotadas en época histórica, es difícil tener una visión de la naturaleza de las explotaciones que tuvieron lugar

durante la Prehistoria Reciente de la región. Gracias a la conservación de algunas áreas como Contraminas, Arroyo del Pilar, zonas anexas a la entrada del cortijo de Doña Eva y algunas áreas de la quebrada Murquigüelo, se han podido identificar una serie de patrones de extracción donde estos depósitos minerales y en particular las vetas y venas mineralizadas fueron explotados a nivel superficial a través de un sistemas de catas que llegan a tener generalmente formas circulares y diámetros de entre 2 y 6 m, con profundidades que llegan a alcanzar entre 1.5 y 3 m. Son zonas que además de la morfología presentan rasgos arqueológicos de cultura mueble como un martillo de minero, una hoja lítica de sílex o restos cerámicos. Además se trata de zonas que están controladas visualmente por yacimientos cercanos.

Otro tipo de minería se vincula a la extracción de rafas o vetas lineales superficiales, pero a través de catas rectangulares respetando la naturaleza tabular de los diques que llegan a tener hasta 7 m de largo, con una anchura de media de 2 m y profundidades de hasta 2 m.

Es muy factible que al agotarse el material con la explotación minera superficial, ésta se trasladase de una veta a otra en función del agotamiento de las mismas y de las dificultades para adentrarse en la tierra, pero es posible que en función de la especialización minera, se halla recurrido al desarrollo de socavones que no permitieran el agotamiento de la materia prima, como se ha reconocido en algunos complejos mineros prehistóricos como en el de Gavá que no siendo de explotación metálica sino de calaíta puede dar una aproximación a la capacidad de extracción de materiales a través de galerías en épocas prehistóricas.

Se ha vinculado a esta época la explotación de vetas, venas y diques de diversas composiciones pero con mineralizaciones de sulfuros, enriquecidos por pirita, calcopirita, galena, malaquita, azurita, estibina y otros, pero como elementos secundarios de la extracción es posible la presencia de plata y oro amén de las mineralizaciones observadas.

BIBLIOGRAFÍA

- **Cano, G.:** *Geografía de Andalucía*, Tomo V, Sevilla, 1989.
- **Contreras Cortés, F.** (Coord.): *Proyecto Peñalosa. Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del Piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén*, Arqueología Monografías 11, Consejería de Cultura, Sevilla, 2001.
- **Contreras Cortés, F. y Cámara Serrano, J.A.:** *La jerarquización en la Edad del Bronce del Alto Guadalquivir (España). El poblado de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)*, British Archaeological Series 1025, Oxford, 2002.
- **Lizcano Prestel, R., Nocete Calvo, F., Pérez Bareas, C., Contreras Cortés, F. y Sánchez Ruíz, M.:** Prospección arqueológica sistemática en la cuenca alta del río Rumblar, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1987, II:51-59, Sevilla 1990.
- **Nocete, F., Sánchez, M., Lizcano, R. y Contreras, F.:** Prospección arqueológica sistemática en la cuenca media/baja-alta del río Rumblar (Jaén), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1986, II:75-78, Sevilla 1989.

La producción metalúrgica en las comunidades de la Edad del Bronce del Alto Guadalquivir. El proyecto Peñalosa

Auxilio Moreno, Francisco Contreras y Juan Antonio Cámara
Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada (España).
fccortes@ugr.es - jacamara@ugr.es

RESUMEN

Este Proyecto de Investigación se centra en el estudio de los procesos arqueometalúrgicos que desarrollaron las comunidades históricas de la Edad del Bronce en el Alto Guadalquivir. La base del desarrollo sociocultural de estas comunidades fue la minería del cobre. Tanto la producción metalúrgica como la distribución de los productos metálicos estuvo dirigido por élites locales. En esta comunicación se presentan los siguientes aspectos: a) la secuencia del proceso metalúrgico definida en las excavaciones del poblado de Peñalosa; b) la adscripción de las actividades metalúrgicas a áreas determinadas dentro de las casas del asentamiento; c) el uso de diferentes materias primas para la manufactura de los artefactos que están implicados en el proceso metalúrgico y d) acceso desigual a los productos metálicos por parte de la población del valle del Rumblar.

Palabras clave: Alto Guadalquivir, Arqueometalurgia, Edad del Bronce, Jerarquización social, Minería.

ABSTRACT

This Research project is centred in the archaeometallurgic process that was developed by Bronze Age communities in the High Guadalquivir (Spain). Copper, bronze and silver mining and metallurgic transformations are one of the bases of the historic development of these communities. It implies the use of more complex technologies and the control of the distribution of these new products by the aristocratical groups.

In this paper we treat about: a) Metallurgical activity sequence.at Peñalosa settlemnt; b) the adscription of this activity and their different phases to different village areas; c) the use of different stone raw materials in order to create the neccesary tools for the metallurgical process and different minerals (malaquita, azurita, galena, etc.) to be fused, d) different access to metallurgical items by Rumblar valley populations.

Key words: *Archaeometallurgical, Bronze Age, High Guadalquivir, Mining, Social Hierarchization.*

El Proyecto Peñalosa se desarrolla en el Alto Guadalquivir, financiado por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, y está centrado principalmente en el análisis del papel del metal de cobre en las comunidades de la Edad del Bronce de esta área geográfica.

Peñalosa, situada en el extremo oriental de Sierra Morena, se haya inmersa en un amplio territorio en el que abundan los yacimientos polimetálicos. Las mineralizaciones más corrientes son de plomo, plomo argentífero y cobre. El yacimiento está enclavado en una zona de pizarras y areniscas próxima a abastecimientos de otras materias primas, como arcillas, arenas y conglomerados para la fabrica-



Lámina I. Vista frontal del yacimiento de Peñalosa.

ción de artefactos de uso corriente en la vida del poblado y a abundantes afloramientos de minerales de cobre necesarios para facilitar una amplia producción metalúrgica.

El mapa metalogenético de la zona, aunque refleja gran abundancia de mineralizaciones de cobre, muestra sin duda menos de las que debieron de existir en tiempos antiguos bien porque se haya perdido toda evidencia de los trabajos de cantería llevados a cabo, bien porque se recojan las más singulares o de máxima productividad. A este respecto es significativo el hecho de una fuerte concentración de poblados con actividad metalúrgica en toda una amplia faja en sentido longitudinal a lo que sería el actual cauce del Rumblar en el que abundarían los yacimientos cupríferos que presentan una paragénesis compleja de piritas, calcopiritas y galena entre otros elementos metálicos como los documentados en Peñalosa.

Las menas más importantes son las de sulfuros y carbonatos que se relacionan con gangas silicatadas o carbonatadas respectivamente. La explotación de los minerales sulfurosos es conocida desde antiguo debido fundamentalmente a que presentan características parecidas a la de los metales en estado nativo, sobre todo el brillo metálico y a que la metalurgia de los sulfuros es en general un proceso bastante simple. Las prospecciones recientes han mostrado numerosas explotaciones antiguas de las que algunas han demostrado claras evidencias de explotación prehistórica por la tecnología empleadas en su explotación, los restos materiales localizados y la cercanía a los asentamientos de la Prehistoria Reciente (Contreras *et al.*, 2003 en prensa).

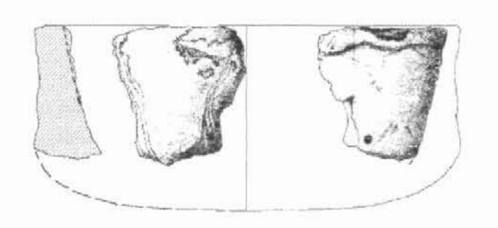


Lámina II. Vasija-horno de Peñalosa.

En el área del poblado los minerales cupríferos en general aparecen en fragmentos muy pequeños, a veces congregados en cantidades relativamente abundantes y de tamaño similar, y también minerales en proceso de transformación en los que ha intervenido una fuente de calor, dispuestos para el proceso de fusión. En cuanto a la presencia de abundante galena tanto en áreas de habitación como en zonas próximas a ellas, se debe señalar que parte de ella, al contener mineral de cobre, pudo ser recogida para la explotación de ese mineral, aunque sorprende que, una vez retirada la parte cuprífera que interesaba, no se desechara totalmente la ganga. Por otro lado, y ante la existencia de objetos realizados en plata, cabría la posibilidad de contemplar la explotación de este mineral de plomo para la extracción de la plata, como se ha sugerido también para restos de La Bastida (Totana, Murcia) (Bachmann, 2000), presente en determinados artefactos localizados en las sepulturas, en cuyo caso tendríamos que rastrear el método utilizado, especialmente por la presencia de crisoles con restos de material blanquecino vidrioso, aunque, como ya se ha señalado (Hunt, 1998) la presencia de plomo en los elementos elaborados (Moreno, 2000), podría ser el resultado de procesos de contaminación con plomo en la fundición.

Junto con los minerales se han recogido abundantes restos de escorias. Los resultados analíticos nos indican que la mayoría de ellas pertenecen al proceso de fundición y proceden del tratamiento de menas de cobre empleadas tanto en forma de sulfuros (sobre todo calcopirita y calcosina) como carbonatos, esencialmente malaquita y óxidos (cuprita y tenorita). Esta variedad implica que existiría más de un lugar para extracción y acopio de mineral para la producción metalúrgica. Las reacciones químicas que se desarrollan son complejas y dependen estrechamente de la naturaleza y composición de los minerales primarios. Es probable que las tareas de reducción se realizasen fuera del área de habitación del poblado, por lo que no han aparecido apenas escorias correspondientes al proceso de reducción.

Por último conviene tener en cuenta que la presencia de arsénico detectado en algunas de las muestras minerales es consistente con la producción de cobre arsenical, aunque se necesitan más datos para que esta relación esté

científicamente apoyada. Esta producción ha sido muy discutida en relación con el Calcolítico, rechazada (Montero, 1999) o apoyada en base a la presencia diferencial de arsénico en los instrumentos producidos (Moreno, 1993) que debía implicar más que la adicción de arsénico en sí la elección de minerales cupríferos ricos en este material y, tal vez, su mezcla con otros en la misma fundición. De hecho recientemente se ha indicado como determinados minerales, hoy no frecuentes, como la cuprita, la tenorita, la calcosina y la covelina presentan una mayor proporción de cobre que la malaquita y que la proporción de la enargirita, con arsénico, es similar a la de la última por lo que ésta, como los otros minerales, podría haber sido utilizada en la metalurgia prehistórica (Stos-Gale *et al.*, 1999).

Relacionados con los procesos metalúrgicos de Peñalosa aparecen diversos tipos de vasos cerámicos, fundamentalmente vasijas horno y crisoles. A ellos habría que añadir los posibles fragmentos de pared de horno y algunas piezas que pueden ser consideradas como toberas (Moreno, 2000), que, junto a las del yacimiento calcolítico de Las Pilas (Mojácar, Almería) (Martín *et al.*, 2004) son de los primeros ejemplos de este tipo de elementos recuperados y pueden indicar que el proceso metalúrgico era más complejo de lo que se había supuesto (Montero, 1999). El análisis de la zona de escoria de uno de los fragmentos de crisol plano indica la presencia de arsénico y cobre, lo que implica su utilización en la fundición de cobre arsenical lo mismo que se ha documentado en algunas de las piezas metálicas analizadas. Por lo general son cerámicas altamente vitrificadas que muestran amplios poros y que han soportado una alta temperatura, sobre los 1100 a.C.

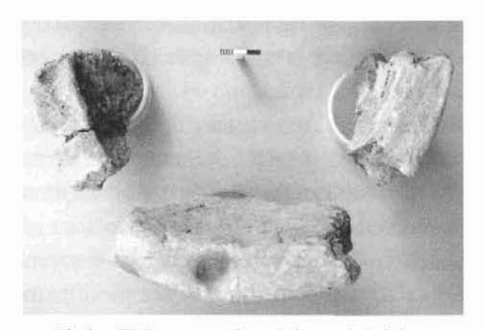


Lámina III. Fragmentos de vasija-horno de Peñalosa.



Lámina IV. Crisol plano con pico vertedero de Peñalosa.

Los moldes cerámicos están presentes en una elevada proporción dentro del conjunto material metalúrgico hallándose algunos ejemplares completos. Son contenedores de forma más o menos trapezoidal de fondo plano y paredes rectas, de los que saldrían unos lingotes bien rectangulares o bien trapezoidales. El color de pasta suele ser de marrón oscuro a marrón negruzco y todos tienen la particularidad de presentar sobre la superficie interna restos de color blanquecino grisáceo, empezando a medio centímetro del borde, como una especie de ahumado o tal vez restos de una sustancia aplicada para facilitar la extracción de los lingotes.

En el registro de Peñalosa la piedra elegida para la fabricación de los moldes es en general la arenisca de grano compactado, no poroso, de color beige-amarillento, que puede ser trabajada sin mucha dificultad y a su vez permite, en los moldes en que están dibujadas piezas determinadas, obtener superficies alisadas y homogéneas que no precisen, tras su extracción un tratamiento excesivo. En general presentan superficies rubefactadas (Moreno, 2000).

La mayoría de estos moldes deberían ser univalvos, aunque existen algunas lajas planas que pudieron utilizarse como valva superior, ya que presentan signos evidentes de combustión. En el caso de un molde doble, que por una cara tiene la silueta de dos puntas y por otra dos aros, se aprecia, en ésta, bien lo que serían canales de alimentación

por donde entra el metal o ranuras para estabilizar la colada y soltar los gases, lo que obligaría a pensar en el uso de un molde bivalvo.

En cuanto a los útiles se han localizado punzones, leznas, barritas, cinceles, puñales, adornos y puntas de flecha, además de lingotes. Mientras los instrumentos son más frecuentes en contextos domésticos, armas y adornos son casi exclusivos de los contextos funerarios. Sin duda uno de los hechos más importantes es la aparición de lingotes de cobre que explicarían la producción masiva de metal que se está llevando a cabo en el valle del río Rumblar.

Los resultados preliminares del análisis de estas piezas indican que la mayoría de los artefactos analizados eran de cobre arsenical y en cuanto a tipología y tecnología resultan característicos de la Edad del Bronce Pleno. El contenido de arsénico que esas aleaciones presentan es generalmente de entre en 3-4%, suficiente para producir una aleación significativamente de mayor dureza que el cobre puro si el metal fue trabajado correctamente, aunque recientemente se hayan realizado estudios experimentales que niegan la utilidad práctica de las armas argáricas y las reducen a objetos de parada (Carrión *et al.*, 2002). Una de las hojas de puñal tenía una cantidad significativamente más alta en arsénico que su remache asociado, una pauta que ya es normal en otros resultados analíticos (Harrison y Craddock, 1981). Ello en general tiende a demostrar que los metalúrgicos pudieron reconocer aleaciones de diferente dureza y utilizaron el metal más duro para la fabricación de la hoja. Sin embargo, contrariamente, el remache analizado de otro puñal de cobre arsenical presentaba unas cantidades un tanto más altas en arsénico que su correspondiente hoja.

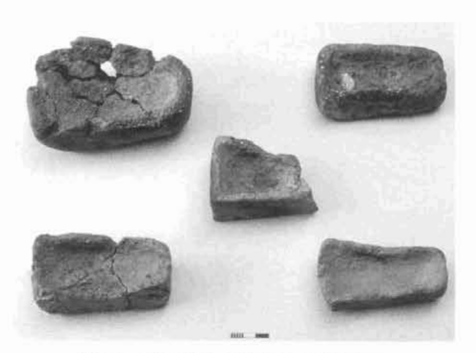


Lámina V. Moldes cerámicos de Peñalosa.

Por lo general, los contenidos de elementos traza de los cobres arsenicales es muy bajo, lo que también es común con otros análisis metalúrgicos de la Edad del Bronce en la Península (Hook *et al.*, 1990). Ello unido a un contenido bajo en hierro, podría indicarnos que en el yacimiento se llevó a cabo un proceso no muy complejo de reducción bajo temperaturas relativamente bajas y produciendo cantidades pequeñas de escoria.

La primera conclusión que se extrae de la distribución de los materiales relacionados con la metalurgia en el poblado de Peñalosa es que, si bien en todos los espacios hallamos materiales vinculados con esta actividad, la proporción es altamente variable, concentrándose la mayor parte de los productos metalúrgicos, excepto los útiles y objetos manufacturados, en espacios descubiertos o en espacios inmediatos a ellos. De hecho en la mayoría de los casos estos espacios descubiertos son de pequeñas dimensiones y se hallan al límite de las zonas cubiertas de las que están separadas por pequeños tabiques o por alineaciones de hoyos de poste y estructuras murarias que configuran pequeños patios al interior de complejos estructurales más amplios.

Es en estos espacios donde se realizó la actividad de fundición/refinamiento como documentan sobre todo los restos de mineral calentado, gotas de fundición, restos metálicos e incluso las finas capas de escoriaciones adheridas a algunas plataformas de barro y/o del propio terreno y las escorias. Junto a muchos de estos espacios, en sus zonas de acceso, hemos identificado fragmentos de crisoles hondos que tal vez procederían de la última limpieza de la masa obtenida tras la reducción antes de la fundición que tendría lugar en esta zona.

El vertido en moldes parece también estar separado espacialmente de estas actividades de fundición, aunque la mayoría de los moldes tanto de cerámica como de piedra arenisca se sitúan en espacios muy cercanos a los anteriores.

Las mayores concentraciones de vasijas-horno en la zona excavada se dan sin embargo en los niveles correspondientes a lo que era el exterior del poblado en las fases más antiguas, por lo que es posible interpretar que la reducción se haría fundamentalmente al exterior del poblado. Por el contrario, la fundición está más documentada en espacios abiertos dentro de las casas.

CONTROL DEL TERRITORIO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN METALÚRGICA

Durante la Edad del Bronce en el Alto Guadalquivir parece dominar la circulación de productos acabados como documenta el proceso metalúrgico determinado en Peñalosa (Moreno *et al.*, 2003). El control de los recursos naturales estratégicos se realizaría desde los centros jerárquicos de la Depresión Linares-Bailén a través de centros secundarios, verdaderos poblados de colonización, que, sin embargo, no tienen una vinculación total a los afloramientos mineros y nos ofrecen otras actividades productivas, incluso de carácter primario (Contreras y Cámara, 2002), dado que el sistema en el valle del Rumblar implica no sólo el control de las mejores zonas mineras y de las rutas sino, sobre todo, del área de valle más amplia, el entorno actual del pantano, y susceptible para un aprovechamiento agropecuario al interior del "distrito" minero (Cámara *et al.*, 2004).

En el Sudeste se ha planteado un sistema más complejo en el que los poblados secundarios como Fuente Álamo (Cuevas del Almanzora, Almería) no realizaban todas las fases del proceso metalúrgico (Schubart y Arteaga, 1986; Arteaga, 2001) careciendo, en algunos casos, de toda evidencia, hasta ahora, sobre esta actividad por ejemplo en Gatas (Turre, Almería). Los análisis realizados sobre los materiales metálicos de este último yacimiento han sugerido la procedencia de la materia prima, o del producto acabado, del área de Sierra Morena (Stos-Gale *et al.*, 1999; Castro *et al.*, 2001), lo que implicaría una circulación interregional, excesiva para determinados autores que consideran que aún no se conocen claramente todos los afloramientos del Sudeste (Montero, 1999). La articulación dependiente del patrón de asentamiento en esta área implica, según los distintos autores, también una circulación de los productos de subsistencia desde los pequeños poblados en llano hasta los centros secundarios, tal vez con la intervención centralizadora y redistribuidora del gran poblado de El Argar (Antas, Almería) que concentra las últimas fases del proceso metalúrgico (Schubart y Arteaga, 1986; Arteaga, 2001).

En general en la Cultura de El Argar se constata el acceso no generalizado al metal, incluso si nos circunscribimos a los centros productivos de primer nivel como Peñalosa, donde la producción está presente en casi todas las viviendas y donde, sin embargo, determinados personajes no acceden, en el momento de su inhumación, a ningún elemento metálico, mayor parte de la población, masculina salvo excepciones, accede sólo a un puñal que se debió convertir en símbolo de su posición social, y sólo una determinada sección, una minoría restringida, accede a los adornos en metales preciosos que, en el caso de los hombres, suelen estar acompañados de puñales de mayor tamaño o verdaderas espadas (Cámara, 2001). Estas diferencias encuentran una fuerte correspondencia con las documentadas entre las viviendas ya que, aunque en todas las excavadas en extensión hemos documentado la actividad metalúrgica, sólo en algunas hemos localizado áreas de almacenamiento de mineral, consumo de animales de gran talla (bóvidos y équidos) sobre todo si atendemos al peso, y abundancia de cerámicas decoradas (Contreras y Cámara, 2002). También señalar que además de las diferencias entre las viviendas se deben destacar otras diferencias al interior de ellas, con la existencia de siervos, planteada a través del análisis de la asociación de tumbas ricas y pobres en las mismas casas (Cámara, 2001) y que, por las diferencias entre producción y acceso en lo que respecta a la producción metalúrgica podrían estar implicados, al menos en parte, en esta labor. Hemos de tener en cuenta, sin embargo, que otros autores han interpretado las diferencias de riqueza entre los inhumados en las mismas viviendas como resultado del hecho de que la familia aun encargándose todavía del enterramiento no se ocupaba de la deposición de un ajuar uniforme, existiendo importantes diferencias al interior de una familia extensa matrilocal y

matrilineal (Lull, 2000). Sin embargo tal interpretación no explicaría por qué algunos habían trabajado más y, por otra parte, presupone que la Afamilia en sentido extenso tiene siempre una verdadera relación parental sin excluir los Adomésticos.

El metal se ha convertido en un símbolo de *status*, sea porque las armas se configuran como el atributo de la pertenencia real a la comunidad, sea porque sólo determinadas personas acceden a determinados elementos metálicos (Cámara, 2001), pero también se puede asegurar la utilización del metal para la realización de instrumentos que facilitan las actividades productivas, ya que, además de los punzones, agujas y leznas documentados en las viviendas (Moreno, 2000) y que debieron estar relacionados con la actividad textil por su asociación a otros elementos (punzones y agujas de hueso, pesas de telar, etc.) (Contreras y Cámara, 2002) y que se incluyen en una tradición existente desde el Calcolítico, hemos documentado indirectamente la presencia de elementos cortantes utilizados en el despiece de los animales. En relación a ello se debe recordar que la mayoría de los elementos cortantes, excepto los relacionados con la siega y la trilla, se realizan en metal (Lull y Risch, 1995). Por otra parte hemos señalado que también las armas se configuran como medios de producción, y no sólo como símbolos, desde el momento en que se pueden utilizar en la adquisición de riquezas a través de la guerra y la rapiña. Por último la importancia de la actividad metalúrgica en Peñalosa en relación a la circulación antes referida se manifiesta en la documentación de verdaderos lingotes destinados a la acumulación y la circulación. Indudablemente no estamos situando el metal como el elemento que impulsa la jerarquización, ya que, en primer lugar, en estas sociedades se ejerce el control sobre los productos (medios de trabajo también en este caso) a través del control sobre las personas y, en segundo lugar, el proceso de jerarquización en estos momentos se está agudizando encontrando su impulso fundamental a partir del control de la fuerza de trabajo y de los animales como medios de producción (Cámara, 2001).

BIBLIOGRAFÍA

- **Arteaga, O. (2001):** La sociedad clasista inicial y el origen del estado en el territorio de El Argar, *Revista Atlántica-Mediterránea de Arqueología Social* 3 (2000), Cádiz, 2001, pp. 121-219.
- **Bachmann, H.G. (2000):** Acerca de la Arqueometalurgia en el ámbito de Fuente Álamo, *Fuente Álamo. Las excavaciones arqueológicas 1977-1991 en el poblado de la Edad del Bronce* (H. Schubart, V. Pingel, O.Arteaga), Arqueología Monografías 8, Junta de Andalucía, Sevilla, 2000, pp. 171-182.
- **Cámara, J.A. (2001):** *El ritual funerario en la Prehistoria Reciente en el Sur de la Península Ibérica*, British Archaeological Reports. International Series 913, Oxford, 2001.
- **Cámara, J.A., Lizcano, R., Contreras, F., Pérez, C. y Salas, F.E. (2004):** La Edad del Bronce en el Alto Guadalquivir. El análisis del patrón de asentamiento, *La Edad del Bronce en tierras valencianas y zonas limítrofes*, Universidad de Alicante/Ayuntamiento de Villena, Alicante, 2004, pp. 505-514.
- **Carrión, E., Baena, J. y Blasco, C. (2002):** Efectismo y efectividad de las espadas argáricas a partir de una réplica experimental del ejemplar de La Perla (Madrid) depositado en el Museo Arqueológico de Cataluña, *Análisis Funcional. Su aplicación al estudio de las sociedades prehistóricas* (I. Clemente, R. Risch, J.F. Gibaja, Eds.), British Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, 2002, pp. 285-293.
- **Castro, P.V., Chapman, R.W., Escoriza, T., Lull, V., Micó, R., Rihuete, C., Risch, R. y Sanahuja, MO.E. (2001):** La sociedad argárica a partir de los últimos estudios de los objetos arqueológicos de Gatas, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1998:II, Sevilla, 2001, pp. 9-20.
- **Contreras, F. y Cámara, J.A. (2002):** *La jerarquización social en la Edad del Bronce del Alto Guadalquivir (España). El poblado de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)*, British Archaeological Reports. International Series 1025, Oxford, 2002.
- **Contreras, F., Dueñas, J., Jaramillo, A., Moreno, A., Arboledas, L., Campos, D., García, J.A. y Pérez, A.A. (2003, en prensa):** Prospección Arqueometalúrgica en la Cuenca Alta del Río Rumblar, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003:II, Sevilla, en prensa.

- **Hunt, M.A. (1998):** Plata prehistórica: recursos, metalurgia, origen y movilidad, *Minerales y metales en la prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la península ibérica* (G. Delibes, Coord.), Studia Archaeologica 88, Universidad de Valladolid/Fundación Duques de Soria, Valladolid, 1998, pp. 247-289.
- **Lull, V. (2000):** Argaric society: death at home, *Antiquity* 74, 2000, pp. 581-590.
- **Lull, V. y Risch, R. (1995):** El Estado Argárico, *Homenaje a la Dra. D0 Ana M0 Muñoz Amilibia* (AA.VV.), *Verdolay* 7, Murcia, 1995, pp. 97-109.
- **Martín, D., Cámalich, Mª.D., González, P. y Goñi, A. (2004):** Estado actual de la investigación del Calcolítico en Andalucía oriental, *Simposios de Prehistoria Cueva de Nerja. II. La problemática del Neolítico en Andalucía. III.Las primeras sociedades metalúrgicas en Andalucía*, Fundación Cueva de Nerja, Nerja, 2004, pp. 132-141.
- **Montero, I. (1999):** Sureste, *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica. II. Estudios regionales* (G. Delibes, I. Montero, Coords.), Instituto Universitario Ortega y Gasset- Ministerio de Educación y Cultura, Madrid, 1999, pp. 333-354.
- **Moreno, MO.A. (1993):** *El Malagón: un asentamiento de la Edad del Cobre en el Altiplano de Cúllar-Chirivel.* Tesis Doctoral. Univ. Granada. 1993.
- **Moreno, MO.A. (2000):** La metalurgia de Peñalosa, *Análisis Histórico de las Comunidades de la Edad del Bronce del pidemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén. Proyecto Peñalosa* (F. Contreras, Coord.), Arqueología Monografías 10, Consejería de Cultura, Dirección General de Bienes Culturales, Sevilla, 2000, pp. 167-222, incluye 218/1-218/38 en CD-Rom.
- **Moreno, A., Contreras, F., Cámara, J.A. y Simón, J.L. (2003):** Metallurgical Control And Social Power. The Bronze Age Communities Of High Guadalquivir (Spain), *Archaeometallurgy in Europe 2003 (Milán, 24-26 Septiembre 2003), Proceedings. Vol. 1*, Associazione Italiana di Metallurgia/Fondazione Museo Nazionale della Scienza e della Tecnología ALeonardo da Vinci@/Archeologia Viva, Milano, 2003, pp. 625-634.
- **Schubart, H. y Arteaga, O. (1986):** Fundamentos arqueológicos para el estudio socioeconómico y cultural del área de El Argar, *Homenaje a Luis Siret (1934-1984)*, Consejería de Cultura, Sevilla, 1986, pp. 289-307.
- **Stos-Gale, Z.A., Hunt, M. y Gale, N.H. (1999):** Análisis elemental de isótopos de plomo de objetos metálicos de Gatas, *Proyecto Gatas 2. La dinámica arqueoecológica de la ocupación prehistórica*, (P.V. Castro, R. Chapman, S. Gili, V. Lull, R. Micó, C. Rihuete, R. Risch, M0.E. Sanahuja), Arqueología Monografías 4, Junta de Andalucía, Sevilla, 1999, pp. 347-358.

Actividades siderúrgicas en yacimientos de la primera Edad del Hierro próximos a la confluencia de los ríos Cinca, Segre y Ebro

Mª.P. Vázquez Falip*, J.R. González Pérez, J. Medina Morales*, J.Mª. Mata-Perelló*** y J.I. Rodríguez Duque******

*Arqueóloga/o del Servei d'Arqueologia de l'Institut d'Estudis Ilerdencs.
**Cap del Servei d'Arqueologia de l'Institut d'Estudis Ilerdencs.
***Director del Museu de Geologia de la Universitat Politècnica de Catalunya.
****Cap del Servei d'Audiovisuals de l'Institut d'Estudis Ilerdencs.
arqueolo@diputaciolleida.es

RESUMEN

Dentro del proyecto de investigación *La influencia de los contactos coloniales en el sustrato local y el proceso de iberización en la confluencia Cinca, Segre y Ebro. Aparición y desarrollo de la metalurgia del hierro*, se presentó en el Primer Simposio sobre minería y metalurgia en el SO europeo (Centre d'Arqueologia d'Avinganya, Seròs, del 5 al 7 de Maig de 2000) una comunicación sobre la presencia de minerales ferruginosos en los alrededores de la Serra del Calvari que se añadían a los fragmentos conocidos en otros dos yacimientos del vecino municipio de Seròs: Pedrós y Roques de Sant Formatge. Aquel yacimiento, fechado en la primera edad del hierro, presenta aparentemente una distribución radial, con casas rectangulares y paredes construidas con tapial o adobes sobre zócalos de piedra, pavimentos de arcilla y cubierta vegetal impermeabilizada. Entre los materiales encontrados nos interesa resaltar para este segundo Simposio, la presencia de instrumental de hierro y de escorias siderúrgicas, cuyos análisis y estudio aportan nuevos datos sobre el horizonte inicial de la edad del hierro en esta zona del valle del Ebro.

Palabras clave: análisis, Arqueología, escorias, hierro, metalurgia, útiles.

ABSTRACT

Within the project of reseca, The influence of colonial contacts in the local substratum and the Iberian process in the confluence of Cinca, Segre and Ebre. *Emergence and development of metallurgy, was presented a communication about the presence of iron minerals around Serra del Calvari in the First Symposium of mining and metallurgy in the SW of Europe (Centre d'Arqueologia d'Avinganya, Seròs, from the 5 to the 7 of May 2000), these minerals belong to the two sites near of the village of Seròs (Pedrós and Roques de Sant Formatge). This site, dated from the First Iron Age, presents a radial distribution with rectangular houses and adobe walls constructed on stone ground, clay flooring and waterproof vegetal roofs. From the found materials, we are mostly interested -in the Second Symposium- in the presence of iron tools and scraps. When studied and analyzed they provide with new information about the origin of the Iron Age in this area of the Valley of Ebre.*

Key words: *analysis, Archeology, iron, metallurgy, scoria, tools.*

INTRODUCCIÓN

En el "Primer Simposio sobre la minería y la metalurgia antigua en el sudoeste europeo", celebrado en el *Centre d'Arqueologia d'Avinganya*, en Seròs, los días 5 a 7 de Mayo de 2000, presentamos una comunicación "La presencia de hematites y la singular concentración de poblamiento de la primera edad del hierro en la confluencia de los

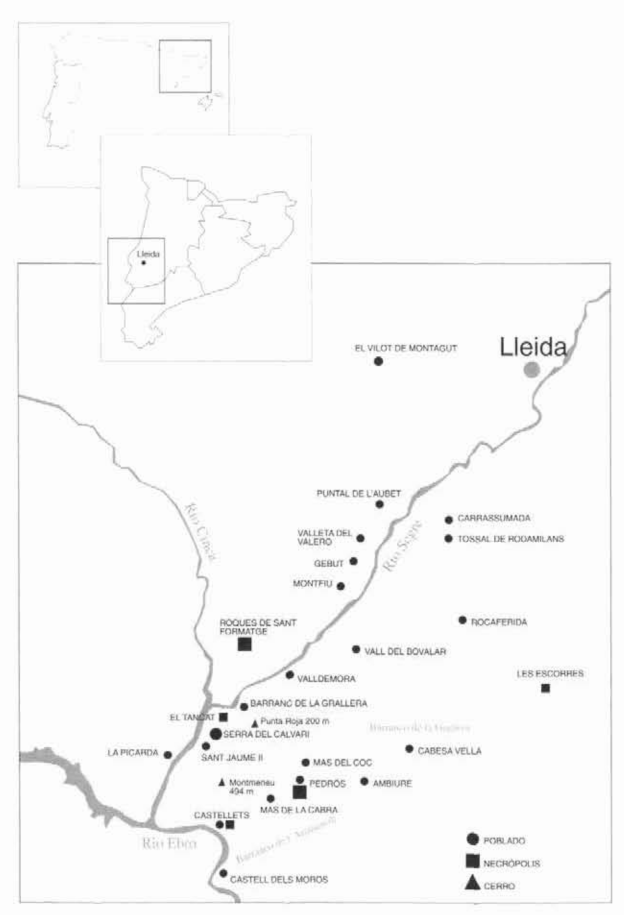


Figura 1. Situación de los yacimientos con materiales cerámicos de la Primera Edad del Hierro en el sudoeste de Lleida; el símbolo de mayor tamaño indica los que tienen objetos metálicos de hierro y que aquí se estudian: Serra del Calvari, Roques de Sant Formatge y Pedrós.

ríos Cinca, Segre y Ebro, en la cual, a partir de las excavaciones realizadas en el yacimiento de la primera edad del hierro de la Serra del Calvari (La Granja d'Escarp, Segrià, Lleida), analizábamos la relación de este yacimiento con otros de su entorno más próximo de esta misma cronología, vinculando la singular concentración de poblados de esta época, con la explotación del metal que da nombre a este período histórico.

Los yacimientos que se presentaron en aquella ocasión, fueron además del ya mencionado de la Serra del Calvari, los que siguen a continuación: El Tancat (La Granja d'Escarp), Barranc de la Grallera (Granja d'Escarp), Mas del Coc (Seròs), Pedrós (Seròs), Mas de la Cabra (Seròs), Castell dels Moros (Almatret), els Castellets (Mequinensa), La Picarda (Mequinensa) y Sant Jaume II (Granja d'Escarp) (GONZÁLEZ *et al.*, 2000, 236-249), a los cuales en estos momentos podemos añadir los hábitats de Gebut (Soses), Puntal de l'Aubet (Soses), Mas del Llop (Seròs), Vall de Bovalar (Seròs), Cabesa Vella (Maials), Rocaferida (Sarroca de Lleida), Ambiure (Seròs) y Tossal de Rodamilans (Torres de Segre) y las necrópolis de Roques de Sant Formatge (Seròs) y Les Escorres (Llardecans), gracias a la finalización de la documentación y catalogación del Fondo Arqueológico del Institut d'Estudis Ilerdencs (I.E.I.) (MEDINA *et al.*, en prensa), lo cual ha permitido identificar la existencia de materiales cerámicos entre los respectivos conjuntos procedentes de intervenciones antiguas.

Una vez que quedó confirmado con los pertinentes análisis mineralógicos, la localización de una importante zona con materiales ferruginosos, que podría incluso tener la categoría de PIG (Punto de Interés Geológico) y la rentabilidad de su extracción al principio del uso de este mineral (GONZÁLEZ *et al.*, 2002, 249-251) nos planteamos la realización de la segunda fase del proyecto.

Puesto que hasta la fecha no conocemos ninguna estructura de combustión metalúrgica en los yacimientos estudiados, nos pareció que la única vía para seguir avanzando en nuestras investigaciones sobre la metalurgia en la zona era a través del estudio y análisis de los instrumentos de hierro y escorias localizados en algunos de los yacimientos investigados, partiendo de la hipótesis inicial de que éstos estuvieran realizados a partir de minerales de hierro de las inmediaciones y por tanto pudiéramos concluir que existía una producción local de instrumental de hierro desde el primer momento y que no se trataba como tantas veces se ha afirmado de materiales de importación.

LOS YACIMIENTOS Y SUS MATERIALES

LA SERRA DEL CALVARI (LA GRANJA D'ESCARP, SEGRIÀ, LLEIDA)

El poblado de la primera edad del hierro de la Serra del Calvari se ubica en un contrafuerte de 140 m de altitud, en una posición dominante sobre la confluencia de los ríos Segre y Cinca.

Se han llevado a cabo cuatro campañas de excavación, dirigidas por Josep Ignasi Rodríguez, a lo largo de los años 1982, 1983, 1984 y 1987, que han puesto al descubierto una pequeña parte del yacimiento. El hábitat presenta una muy probable distribución radial, con casas de planta rectangular, de paredes construidas con tapial o adobe sobre basamento de piedra, pavimentos de arcilla y cubierta vegetal impermeabilizada con barro.

Durante las tres primeras campañas, se trabajó principalmente en la zona central del poblado. Así en 1982 se realizaron cuatro sondeos en distintos puntos, resultando todos estériles a excepción del último (SC-4) (RODRÍGUEZ 1991, 78). Las dos campañas siguientes consistieron en la ampliación de SC-4, habiéndose documentado al final de los trabajos la existencia de dos habitaciones (RODRÍGUEZ 1991, 78). En 1987 se trasladan los trabajos de excavación al extremo oeste del yacimiento, documentándose tres espacios diferenciados, compuestos por una zona abierta o posible patio, y dos habitaciones, una entera (H-1) y otra parcialmente excavada (H-2) (RODRÍGUEZ 1991, 79).

En lo que atañe a la cultura material, ya se ha tratado el tema en otros foros (RODRÍGUEZ 1991, 80), (GONZÁLEZ *et al.*, 2002, 236-238) y en esta ocasión nos centraremos únicamente en el instrumental de hierro. Los materiales objeto de estudio han sido por una parte fragmentos pertenecientes a dos cuchillos y dos hachuelas, de los cuales presentamos un estudio descriptivo y por otra parte y a partir de las múltiples escorias recuperadas en la excavación, se ha procedido al análisis químico de varias muestras para establecer según su composición, que mineral fue utilizado y su procedencia geográfica.

El instrumental de hierro

Los materiales que presentamos, a excepción de una de las muestras, proceden todos de la zona central del poblado, de los ámbitos excavados en las campañas de 1982, 1983 y 1984. Escorias, cuchillos y hachuelas fueron hallados dentro del nivel de incendio de la habitación, constituido por una capa de restos carbonizados, en algunos puntos auténticos troncos entramados, que formarían parte de la techumbre caída sobre el pavimento sobre el cual reposarían.

1- Cuchillo con remache.
- Descripción: Se conservan cuatro fragmentos correspondientes al enmangue y hoja de un cuchillo recto. Presenta un remache de hierro en el mango. Se encuentra en muy mal estado de conservación.
- Medidas: 90 x 16 x 9 mm.
- Número de inventario: SC-84-722.

Encontramos cuchillos de hoja recta en la necrópolis de Pedrós (Seròs, Segrià) del cual trataremos más adelante, con una cronología según José Luís Maya del siglo VII a.C. (MAYA *et al.*, 1975, 619, 626), en la necrópolis del Calvari del Molar (Tarragona), conocida en la bibliografía antigua como el Molá (VILASECA 1943, lám. XVI-2), también con esta cronología y en la necrópolis de la Pedrera (Vallfogona de Balaguer-Térmens) aunque este cuchillo está publicado como de hoja curvada y así se refleja en la descripción y en el dibujo (PLENS 2002a, 194), la fotografía del mismo (RIBES 2002, 375, ficha 90) nos planteó algunas dudas, siendo según nuestro parecer, un cuchillo de hoja recta como el de la citada necrópolis de Pedrós. De todas maneras, ninguno de estos tres cuchillos son paralelos exactos del cuchillo que nos ocupa.

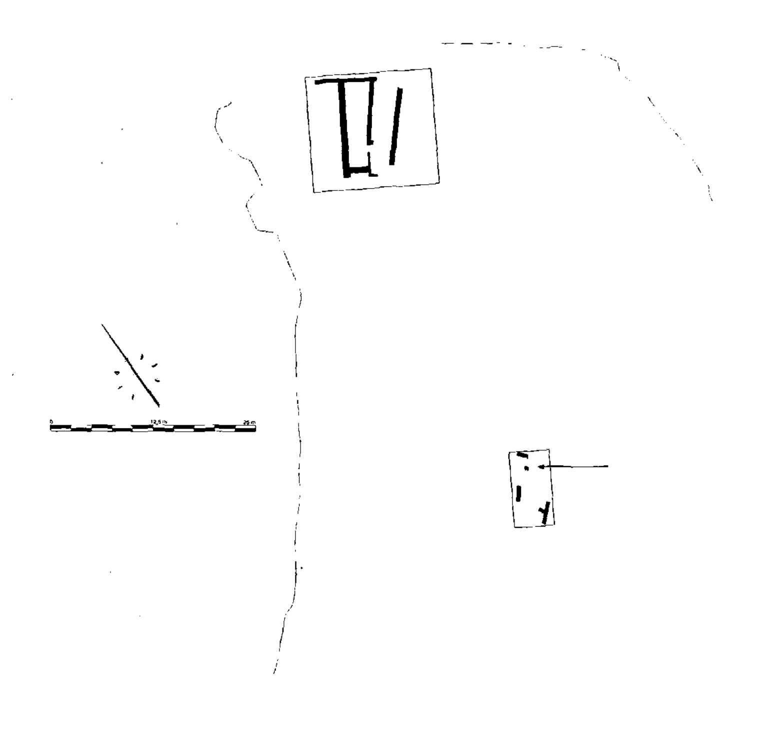


Figura 2. Croquis del poblado de la Serra del Calvari con los restos de las estructuras localizadas en las diversas campañas efectuadas hasta ahora. En la zona central se indica con una flecha donde aparecieron los instrumentos de hierro de la campaña de 1984.



Foto 1. Vista aérea del yacimiento de la Serra del Calvari (la Granja d'Escarp). Foto: J.I. Rodríguez. Servei d'Audiovisuals de l'IEI.



Foto 2. Vista reciente de la cata central donde aparecieron los instrumentos de hierro en el yacimiento de la Serra del Calvari (la Granja d'Escarp). Foto: J.I. Rodríguez. Servei d'Audiovisuals de l'IEI.

2- Cuchillo de hoja curva o afalcatado.
- Descripción: Se conservan tres fragmentos correspondientes a la hoja de un cuchillo curvado. Se encuentra en muy mal estado de conservación, habiéndose de destacar la presencia de cloruros de cobre, que pueden ser debidos tanto a algún tipo de contaminación, como más probablemente a que el cuchillo pudiera tener algún elemento propio de este metal, como pueden ser los remaches del enmangue.
- Medidas: 106 x 16 x 9 mm.
- Número de inventario: SC-84-40.

Los paralelos más cercanos de cuchillos de hoja curva, una vez descartados los dos de la necrópolis de la Pedrera, el primero porque a nuestro juicio, es de hoja recta y no curva y el segundo (PLENS 2002b, 195) porque creemos que no se trata de un fragmento de cuchillo, sino de un fragmento de falcata, apreciación corroborada por las dimensiones del fragmento y por la tipología que corresponde a la parte dorsal del centro de la espada ibérica, los encontramos en la necrópolis de Mianes (Santa Bárbara, Tarragona) datada a mediados del siglo V a.C., donde podemos establecer similitudes entre la hoja del cuchillo curvo que presentamos y las hojas de los cuchillos afalcatados (MALUQUER 1987, 161, fig. 20), si bien no podemos establecer un paralelismo exacto ya que en nuestro caso no disponemos del cuchillo conservado en su totalidad.

3- Hachuela.
- Descripción: Pieza de hierro, de sección longitudinal triangular y de cuerpo trapezoidal. El filo es convexo, con el extremo izquierdo ligeramente más largo que el derecho. La parte proximal, presenta signos de haber sido deformada por la acción de un instrumento percutor. No se aprecian por el óxido señales de uso pero la asimetría del corte sugiere más un uso vertical y por lo tanto relacionado con una herramienta enmangada perpendicularmente con el objeto de usarla para cortar.
- Medidas: 80 x 32 x 11 mm. Anchura de la parte proximal: 21 mm.
- Número de inventario: SC-84-723.

4- Azuela.
- Descripción: Pieza de hierro, de sección triangular. Se halla en muy mal estado de conservación, de hecho la pieza parece estar fragmentada longitudinalmente y pegada.

En una de las caras, en la mitad proximal, se observan restos que si bien en un principio nos parecieron óxidos, al observarlos con más detalle creemos que son restos de madera, que pueden pertenecer a algún tipo de enmangue, del que se conservan 33 mm. de largo y 8 mm. de ancho.
- Medidas: 136 x 30 x 27 mm. Anchura de la parte proximal: 29 mm. Anchura del filo: 30 mm.
- Número de inventario: SC-84-724.

Nuevamente nos encontramos con una herramienta muy alterada por el óxido y de difícil clasificación, pero el hecho del enmangue sugiere un uso como útil de cierta precisión.

En cuanto a la cronología de este conjunto disponemos de dos elementos para datar los materiales aparecidos en este nivel de incendio. Por un lado, la presencia en este mismo estrato de una urna de orejetas, con paralelos en la necrópolis de la Pedrera (PLENS 2002c, 306-307); (PLENS 1986, 106 y fig. 59), con una datación, según Mercé Plens, en la segunda mitad del siglo VI a.C., mientras que Pilar Mateo (MATEO 1993, 217-219) propone una cronología dentro de la primera mitad del siglo VI a.C. Por otro lado disponemos de dataciones radiocarbónicas, procedentes de una muestra de troncos quemados de este estrato, con una datación de 2475±30 BP. La calibración de este resultado señala que a pesar de la buena precisión de la fecha radiocarbónica, la fecha calibrada presenta un intervalo de tiempo muy amplio, debido a la forma de la curva de calibraje en la región cronológica implicada. Como consecuencia de este hecho es que hay tres regiones cronológicas con alta probabilidad de contener la fecha calibrada, centradas en los siglos VIII, VII y VI a.C. (MESTRES 2003, inédito).

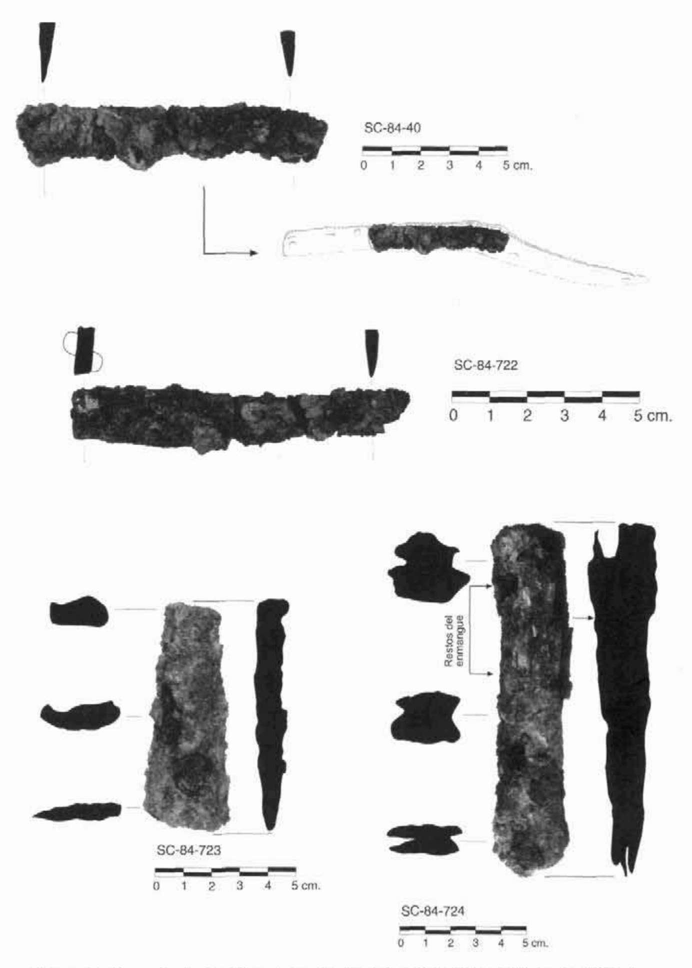
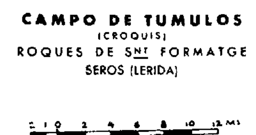


Figura 3. Herramientas de hierro procedentes del yacimiento de la Serra del Calvari.
El primer cuchillo, SC-84-40 con una hipotética ubicación de los fragmentos sobre uno de los cuchillos de la necrópolis del Molar, y el segundo cuchillo SC-84-722. Abajo la hachuela SC-84-723 y la azuela SC-84-724.

Tal como podemos observar, una de las probabilidades coincide plenamente con la datación propuesta a partir de los materiales cerámicos, el siglo VI a.C. y puesto que los estudios que se han hecho hasta la fecha de urnas de orejetas impiden elevar su cronología más allá de inicios del VI a.C., nos inclinamos por datar este estrato en este momento.

ROQUES DE SANT FORMATGE (SERÒS, SEGRIÀ, LLEIDA)

La necrópolis de Roques de Sant Formatge fue localizada durante unas remociones de tierras efectuadas en el año 1963 y excavada el año 1964 por R. Pita y L. Díez-Coronel, habiéndose definido tres fases o momentos de ocupación con una cronología entre el 900 y el 650 a.C. (PITA, DÍEZ-CORONEL 1968) que en revisiones posteriores (VÀZQUEZ 2001, 78), se ha ampliado al 1000/950-650 a.C.



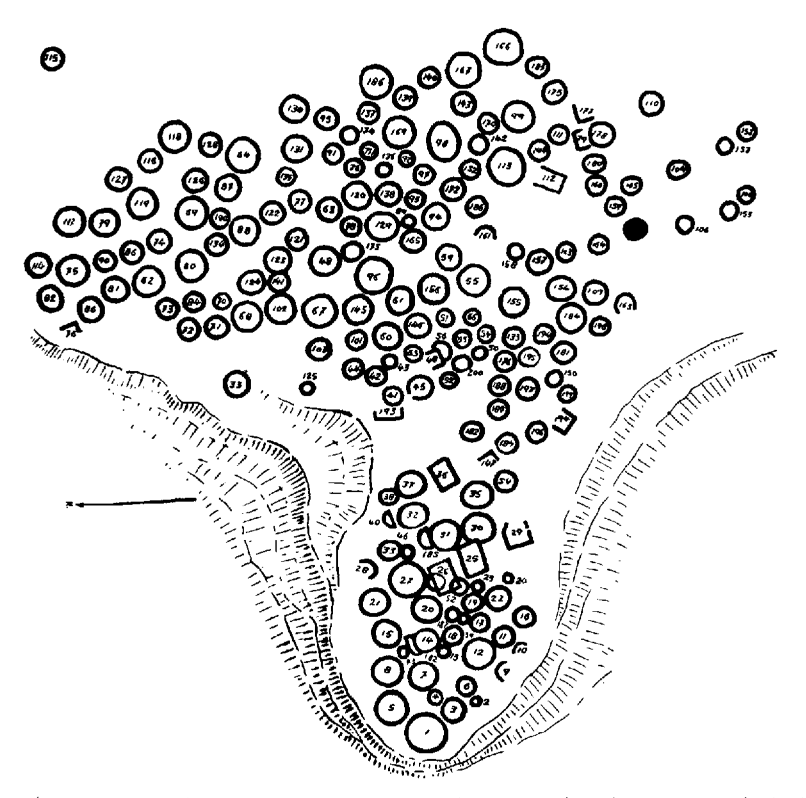


Figura 4. Croquis de la necrópolis de Roques de Sant Formatge (Díez-Coronel 1968, fig.43). Se destaca el túmulo 107, donde aparecieron los fragmentos de la punta de lanza de hierro.

Desde el año 2001 se han llevado a cabo tres campañas de trabajos, dirigidas por Montse Gené: la primera, de limpieza, adecuación y planimetría, al año siguiente una intervención de urgencia (TARTERA, VIDAL 2003), y en el año 2003 una última campaña, con resultados inéditos.

Aunque los primeros excavadores del yacimiento, en la publicación de los trabajos reiteran en diversas ocasiones la inexistencia de hierro entre los materiales metálicos localizados (PITA, DÍEZ-CORONEL 1968, 51 y 69), durante los trabajos de inventario y catalogación del fondo arqueológico del Institut d'Estudis Ilerdencs (MEDINA *et al.*, en prensa), aparecieron cuatro fragmentos de instrumentos de hierro (VÀZQUEZ 2001, 78, nota 8), en pésimo estado de conservación, pertenecientes al túmulo F-107. Este túmulo, de estructura circular, siguiendo el croquis planimétrico publicado por Pita y Díez-Coronel (PITA, DÍEZ-CORONEL 1968, fig. 43) se localizaría en el extremo sudoeste del campo F, el mejor conservado y por tanto conocido de la necrópolis.

En cuanto a los hierros, son cuatro fragmentos (L-2811, L-2845, L-2843, L-2844), el primero sin forma definida y los tres restantes pertenecientes, probablemente a una misma pieza que parece ser una punta de lanza.

1- Fragmento de sección romboidal perteneciente a la parte central de una punta de lanza.
   - Medidas: 69 x 25 x 21 mm.
   - Número de inventario: L-2844.

2- Fragmento unión entre la punta propiamente dicha y la parte del enmangue.
   - Medidas: 52 x 25 x 2,1 mm.
   - Número de inventario: L-2843.

3- Fragmento proximal de sección tubular para el enmangue.
   - Medidas: 47 x 27 x 1,7 mm.
   - Número de inventario: L-2845.

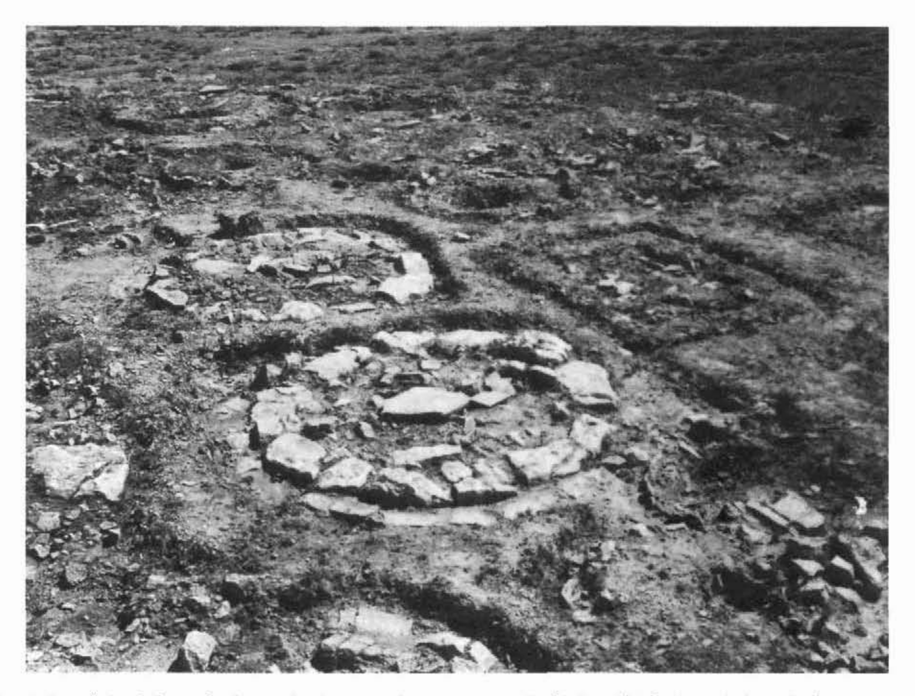


Foto 3. Panorámica de la necrópolis tumular de Roques de Sant Formatge (Seròs). Foto: Ll. Díez-Coronel. Llegat Ll. Díez-Coronel/IEI.

4- Fragmento sin forma definida.
   - Medidas: 20 x 13 mm.
   - Número de inventario: L-2811.

Paralelos de la punta de lanza con enmangue tubular los hemos localizado en la necrópolis de Mas de Mussols con una cronología dentro del siglo VI a.C., concretamente en el enterramiento T-32 hay un claro paralelo con la forma identificada en Roques de Sant Formatge (MALUQUER 1987, 50 y fig. 25).

En el poblado de la Pedrera, en el estrato VI del corte realizado por Josep Gallart y Emili Junyent (GALLART, JUN-

YENT 1989, 44-45, làm. 14,2) se identificó, con ciertas dudas, una punta de lanza, con paralelos también en la necrópolis de Mas de Mussols, aunque no del tipo documentado en Roques de Sant Formatge. En la necrópolis tarraconense predomina el tipo de hoja ancha, correspondiente a la forma clásica lanceolada y que en Mas de Mussols se data en un contexto de siglo VI a.C. Lo que más nos interesa de esta pieza es la cronología que se le otorga en función del contexto en el que aparece en el poblado de la Pedrera, ya que aunque se paraleliza con las puntas de lanza de Mas de Mussols, se ubica cronológicamente a mediados del siglo VII a.C.

La punta de lanza con enmangue tubular de la necrópolis de Roques de Sant Formatge, fue localizada en el túmulo F-107, de estructura circular yendo acompañada de seis fragmentos cerámicos correspondientes a la urna, que son insuficientes para que podamos reconstruir el perfil, de factura a mano, cocción reductora, borde biselado y decoración acanalada, junto con nueve fragmentos de brazalete de bronce acintado de sección rectangular. Todo ello, unido a que el momento final de la necrópolis está fijado por sus excavadores en el 650 a.C., nos inclina a situar esta punta de lanza más cercana al contexto del estrato VI de la Pedrera que al de Mas de Mussols, es decir a mediados del siglo VII a.C. Este tipo de armas el Dr. Maluquer los relaciona con la presencia de sepulturas de guerreros (MALUQUER 1987, 97), lo cual abre una interesante serie de sugerencias para el enterramiento leridano.

PEDRÓS (SERÒS, SEGRIÀ, LLEIDA)

Al este del término municipal de Seròs de cuya población dista unos seis kilómetros, se halla el yacimiento de Pedrós sobre un destacado cerro que domina por la derecha la cabecera del barranco del Aiguamoll, una espléndida vía natural de acceso al río Ebro y que completa por occidente la estratégica zona de la confluencia de los ríos Cinca, Segre y Ebro, con el epicentro en la elevación de Montmeneu, la máxima cota de la comarca del Segrià. El conjunto arqueológico está determinado por el poblado situado al sur y del cual ya hablamos brevemente en la comunicación presentada al Primer Simposio celebrado en Avinganya en el año 2000, datándose a caballo del siglo VII a.C. (GONZÁLEZ *et al.* 2002, 241-242); los restos de la ermita dieciochesca de Sant Miquel y una casa de campo del pasado siglo completan los restos patrimoniales de aquel área de hábitat.

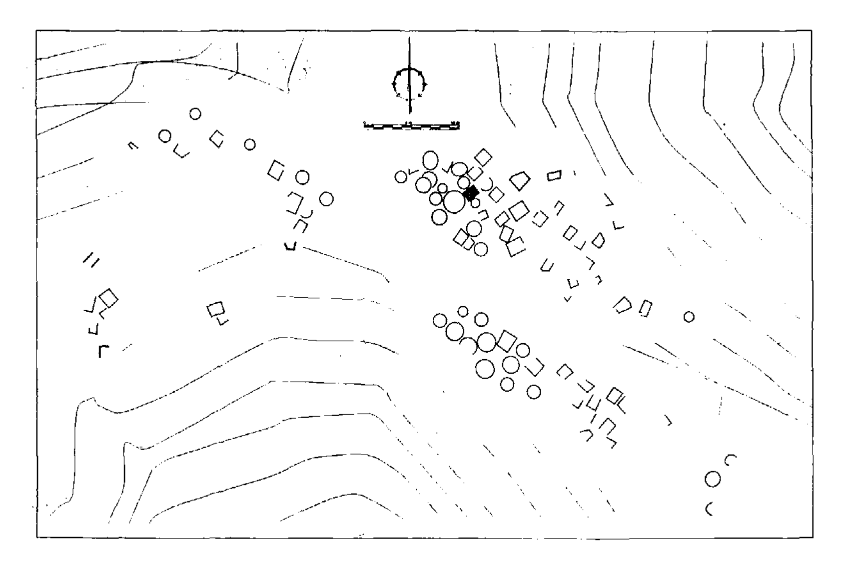


Figura 5. Croquis de la necrópolis de Pedrós. Se destaca el túmulo 6 donde apareció el cuchillito de hierro.



Foto 4. Vista del túmulo 6 de la necrópolis de Pedrós (Seròs) al inicio de su excavación. Foto: Ll. Díez-Coronel. Llegat Ll. Díez-Coronel/IEI.



Foto 5. Vista del túmulo 6 de la necrópolis de Pedrós (Seròs) con la localización de la urna dentro de la cista funeraria. Foto: Ll. Díez-Coronel. Llegat Ll. Díez-Coronel/IEI.

La necrópolis está situada en la vertiente meridional de la elevación que cierra por el norte la especie de circo natural que enmarca la cabecera del barranco de Pedrós. Hay una cincuentena de estructuras tumulares de forma circular predominantemente que se alternan con otras de planta cuadrada. Los trabajos de excavación se realizaron principalmente en el año 1973 en codirección entre Lluís Díez-Coronel Montull y José Luís Maya González (MAYA 2003, 979); precisamente la unión de estos dos investigadores tiene un valor simbólico muy entrañable respecto a la historia de la investigación arqueológica en Lleida, ya que representa el paso, sin ningún trauma ni ruptura, de la generación de grandes aficionados a la de los universitarios vinculados a la nueva facultad de Historia (GONZÁLEZ 2003).

Prácticamente permanece inédito este interesante cementerio de incineración y desgraciadamente la prematura defunción del profesor Maya ha impedido que haya finalizado su publicación; afortunadamente el becario de la Universidad de Barcelona, Jesús Barco, está procediendo al estudio sistemático de los datos recogidos y de los mate-

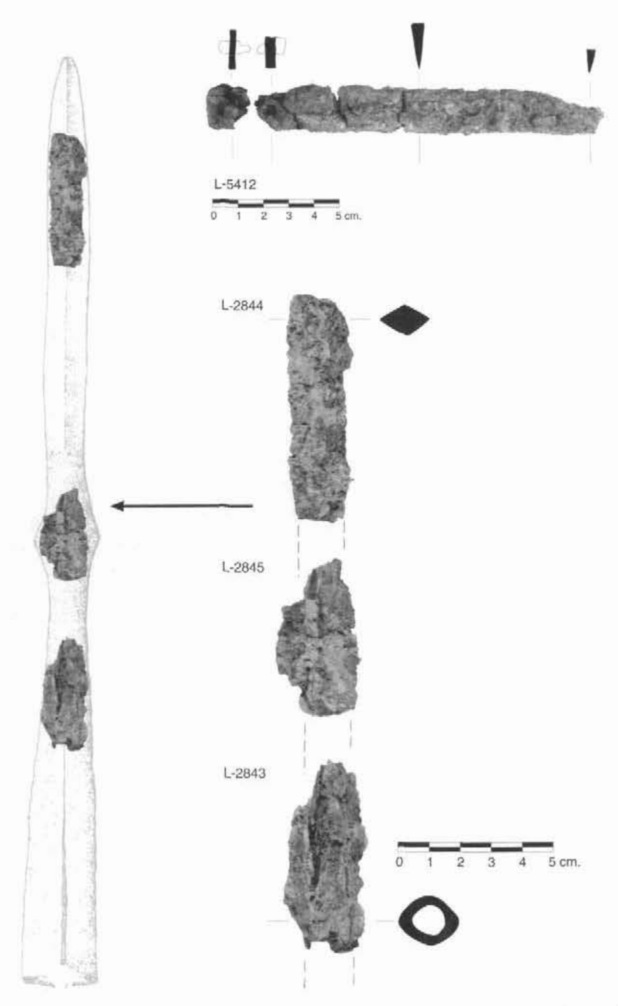


Figura 6. Arriba el cuchillo L-5412 procedente del yacimiento de Pedrós. Abajo tres fragmentos, L-2843, L-2844 y L-2845, pertenecientes a una punta de lanza localizada en el yacimiento de Roques de Sant Formatge y su hipotética ubicación sobre una de las puntas de lanza de la necrópolis del Molar.

riales conservados. Hay que lamentar no obstante que desde los años setenta la necrópolis ha sufrido diversas excavaciones clandestinas.

En referencia a lo que aquí nos interesa hay que decir que el cuchillo de hierro apareció en un túmulo cuadrado T-6, situado al norte del camino que hoy cruza por en medio de la necrópolis, próximo a una de las mayores concentraciones que hay de túmulos circulares en el mismo centro del yacimiento funerario. El interior del enterramiento estaba formado por una cista elíptica en donde reposaba la base de la urna que conservaba un bloque de cenizas. A su alrededor, junto a un paquete de cenizas se hallaba el cuchillito de hierro (MAYA *et al.* 1975, 618 i fig. 6).

1- Cuchillo de hoja recta con remaches.
   - Cuchillo fragmentado en cinco trozos. Presenta dos remaches de hierro. La hoja es recta, si bien, el dorso de la parte distal presenta una ligera curvatura hacia el interior. Se conserva totalmente recto el filo por la parte interna del cuchillo.
   - Medidas: 147 x 19 x 7 mm.
   - Número de inventario: L-2810.

En cuanto a los paralelos más cercanos, lo hallamos en la necrópolis de la Pedrera (Vallfogona de Balaguer, la Noguera, Lleida), y en las sepulturas 116 y 146 de la necrópolis del Calvari del Molar (Tarragona) (MAYA *et al.*, 1975, 619).

La cronología otorgada por parte del Dr. Maya a la necrópolis de Pedrós es de siglos VIII-VII a.C. y el cuchillo se ha datado en el siglo VII a.C.

DATOS SOBRE LA GEOLOGÍA DEL CONTORNO DE LA SERRA DEL CALVARI, Y SOBRE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Geológicamente, la zona del Baix Segre, que corresponde al sur de la comarca del Segriá y donde pertenecen los yacimientos aquí estudiados se halla totalmente situada en la denominada Depresión Geológica del Ebro, y más exactamente en su Depresión Central.

Los materiales que rellenan esta depresión proceden de la erosión de los Pirineos, y de la del conjunto Catalánides - Sistema Ibérico. Estos materiales son de edad cenozoica, variando desde el Paleoceno (los situados al levante de la depresión, en la base de Montserrat) al Mioceno (los ubicados a poniente, en las inmediaciones de Logroño y en las de Zaragoza) (Mata 1992).

Por lo que concierne a los situados en las inmediaciones de la Serra del Calvari, puede decirse que los afloramientos se relacionan con la denominada Formación Mequinenza, del Oligoceno. Estos materiales se constituyen por alternancias de lutitas, calcolutitas, areniscas, calizas y lignitos. Precisamente, estos últimos materiales constituyen la Cuenca lignitífera de Mequinenza, de gran importancia minera entre finales del siglo XVIII y mediados del siglo XX, hallándose aún en explotación en los municipios de Almatret y Serós, fundamentalmente; y también en el de la Granja d´Escarp (en este caso en total declive); así como en el municipio de Mequinenza (Baix Cinca), la capital minera de la zona.

Entre estos materiales, se han originado algunas concentraciones de óxidos de hierro, de muy diversa naturaleza:

1- En unos casos como consecuencia de la oxidación de la pirita ($FeS2$) incluida entre los niveles de lignito, dando lugar a la formación de goethita ($FeO(OH)$), de carácter terroso, limonítico.
2- En otros casos, se han originado paleosuelos, como consecuencia de la erosión de niveles ricos en hierro, como los niveles de calizas obscuras (en donde el Fe se halla reducido, en forma ferrosa). Con la erosión de estos niveles se ha originado la formación de niveles ferruginosos (con el hierro oxidado, en forma férrica). Esta oxidación del hierro, pasándolo de ferroso a férrico, ha sido uno de los procesos erosivos. Con ello se ha originado la formación de hematites ($Fe2O3$), como ocurre en la Punta Roja, entre otros lugares.

Tanto la goethita del primer caso, como el hematites del segundo, son susceptibles de ser utilizados para el beneficio del hierro, y de hecho constituyen las menas más importantes del hierro, en buena parte de los yacimientos mundiales actualmente en explotación. Sin embargo, en esta zona, nos inclinamos por creer que se utilizado el segundo, ya que el primero, que en este caso procede de la alteración de la pirita, siempre puede contener restos del azufre, con lo cual el hierro obtenido sería muy frágil.

En este caso, creemos que el mineral utilizado ha sido el hematites de la Punta Roja (así como de otros posibles lugares similares y cercanos). Ello lo patentiza la propia composición de las muestras analizadas, con la notable presencia de calcio. No hay que olvidar que estos paleosuelos ferruginosos se han formado a partir de la erosión de rocas carbonatadas, de naturaleza calcárea (Mata 1992, 13-14).

También está de acorde con ello el bajo porcentaje en manganeso, prácticamente inexistente en la composición de estas calizas.

LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Se han realizado análisis químicos, por parte del Laboratori de Química del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals de la Universitat Politécnica de Catalunya, de las siguientes muestras de hierro de los yacimientos de Pedrós, Roques de Sant Formatge y Serra del Calvari, para conocer su composición y poder deducir datos de su procedencia y de su fabricación.

1- Pedrós.
   - Se ha analizado una muestra del cuchillo de hierro aparecido en el túmulo T-6.
   - Muestra: 1. L-2810.

2- Roques de Sant Formatge.
   - Se ha analizado una muestra de fragmento informe localizado en el túmulo F-107.
   - Muestra: 2. L-2811.

3- Serra del Calvari.
   - Se han analizado seis escorias localizadas en la zona central del poblado en las campañas de 1982 y 1983, del mismo nivel en que se hallaron los cuchillos y las hachuelas y una escoria de la zona oeste del yacimiento de la campaña de 1987, de un nivel de remoción.

- Muestras: 3. SC-83-1057; 4. SC-83-224; 5. SC-83-1061; 6. SC-83-1064; 7. SC-83-1058; 8. SC-82-223; 9. SC-87-106.

Los resultados de los análisis químicos se presentan en la siguiente tabla:

Yacimientos	Muestra	Medidas (mm)	Peso (g)	%Ca	%Mn	%Fe
Pedrós	1. L-2810	10x7x7	0,36	2,684	0,010	49,301
Roques de Sant Formatge	2. L-2811	20x13	2,20	2,842	0,006	52,759
Serra del Calvari	3. SC-83-1057	22x11	4,03	0,122	0,003	54,942
Serra del Calvari	4. SC-82-224	26x22	7,28	0,296	0,034	37,620
Serra del Calvari	5. SC-83-1061	17x15	2,45	0,687	0,004	70,844
Serra del Calvari	6. SC-83-1064	30x15	6,84	0,453	0,003	29,355
Serra del Calvari	7. SC-83-1058	20,50x14	2,77	0,408	0,003	72,518
Serra del Calvari	8. SC-82-223	39x21	14,88	0,420	0,011	37,161
Serra del Calvari	9. SC-87-106	17,50x13	3,11	0,892	0,017	44,268

CONCLUSIONES

Hasta la fecha se ha considerado la presencia de los primeros elementos de hierro en el nordeste de la península ibérica como productos del comercio colonial o de las relaciones transpirenaicas y aunque algunos investigadores han intuido la importancia del sustrato local de las poblaciones del bronce final, la falta de estudios arqueometalúrgicos ha impedido avanzar más allá de suposiciones o hipótesis de trabajo.

Es por ello que el resultado de las investigaciones que presentamos en este Simposio resulta doblemente gratificante, ya que por una parte representa el complemento de los resultados que presentamos en el Primer Simposio de Metalurgia celebrado en el Centre d'Arqueologia d'Avinganya (Seròs) en mayo de 2000 y por otra, porque nos permite afirmar por primera vez, con la suficiente evidencia, más allá de especulaciones y de deseos no contrastados, que los primeros productos férricos documentados en la zona del bajo Segre han sido elaborados con minerales de la zona y que por tanto en fechas tempranas (siglo VII a.C.) existió una producción local de útiles de hierro.

De momento los datos aparentemente más antiguos para la zona próxima a la Serra de Calvari están en el yacimiento de Els Vilars, situado a un poco más de 40 km en línea recta y al Nordeste de la zona de confluencia fluvial aquí estudiada. Concretamente se trata de una estructura de combustión considerada por sus excavadores como un horno con una cronología absoluta de siglo VIII a.C. (Grup d'Investigació Prehistòrica 2003, 264), aunque se han planteado dudas sobre esa interpretación (ROVIRA 2000, 215). El resto de evidencias metalúrgicas halladas en Els Vilars corresponden a la fase más tardía de Vilars II, o ya al ibérico antiguo (550/525 - 450/425 a.C.) (GRUP D'INVESTIGACIÓ PREHISTÒRICA 2003, 265-266 y 237).

Así es, tal y como demuestran los análisis químicos del cuchillo de la necrópolis de Pedrós y de la punta de lanza de la necrópolis de Roques de Sant Formatge, estos utensilios fueron realizados a partir de hematites de la zona de la Punta Roja, tal y como ha quedado demostrado por el elevado porcentaje en calcio y el bajo contenido en manganeso de las muestras (2,684% Ca y 0,010% Mn; 2,842 Ca% y 0,006% Mn, respectivamente). Este elevado porcentaje en calcio, nos informa de otro aspecto sumamente importante también además del origen local del mineral. Si observamos los resultados de los análisis de las escorias de la Serra del Calvari, veremos que si bien se mantiene el porcentaje bajo de manganeso con respecto a las muestras de Pedrós y de Roques de Sant Formatge, el porcentaje de calcio en todas las muestras de la Serra del Calvari ha descendido mucho en relación a los dos anteriores, siendo el más elevado del orden de 0,892 y el menor de 0,122. Resultando todas ellas muestras locales, nos preguntamos qué diferenciaba los hierros de Pedrós y Roques de Sant Formatge de los de la Serra del Calvari, y por qué se producía este descenso del porcentaje de calcio. La respuesta nos la da la siguiente reacción química: $CaCO_3$ + Calor $\rightarrow$ CO_2 + CaO, este proceso nos indica la conversión mediante la adecuada temperatura, del carbonato cálcico en anhídrido carbónico y óxido de calcio. De esto se deduce que los hematites de la Punta Roja utilizados para elaborar los útiles de Pedrós y de Roques de Sant Formatge fueron tratados a temperaturas menores que los de la Serra del Calvari, de tal manera que en las primeras no se transformó todo el carbonato de calcio, quedando todavía valores de 2,684 y 2,842, mientras que en la Serra del Calvari el mineral fue tratado a temperaturas más elevadas y el carbonato de calcio se redujo, por consiguiente a valores muy inferiores, entre 0,892 y 0,122.

A partir de aquí nos podemos plantear determinadas cuestiones: en primer lugar esta diferencia de porcentaje de $CaCO_3$ nos indica que los hornos que produjeron el metal de los utensilios de Pedrós y de Roques de Sant Formatge alcanzaban temperaturas menores que los que produjeron los de la Serra del Calvari. Dado que los elementos férricos de la Serra del Calvari (siglo VI a.C.) són más modernos que los de Pedrós y Roques de Sant Formatge (siglo VII a.C.), parece lógico establecer entre estas diferencias de poder calorífico de los hornos una vinculación cronológica y relacionar los hornos de menor poder calorífico con fechas más tempranas y los que alcanzan temperaturas más elevadas con cronologías más modernas. Esto último no puede ser demostrado en estos momentos y solamente podemos afirmar que hay diferencias evidentes entre las temperaturas alcanzadas por unos y otros hornos, aunque no podemos achacar con seguridad estas diferencias a la cronología de los hornos, ya que podrían coexistir en el tiempo técnicas más y menos avanzadas.

En el primer Simposio de Minería demostramos la existencia de hematites en el entorno de la Granja d'Escarp así como la rentabilidad de su extracción al principio del uso de este mineral (GONZÁLEZ *et al.*, 2002, 251). Este aspecto se ha ignorado en trabajos recientes (GRUP D'INVESTIGACIÓ PHEHISTÒRICA 2003, 266) y con ello la mayor antigüedad para la aparición de una actividad siderúrgica local en fecha más antigua a la actualmente propuesta. En este segundo Simposio, nuestra aportación va más allá, puesto que demostramos que los elementos de hierro más antiguos de la zona del Bajo Segre (cuchillo de Pedrós y punta de lanza de Roques de Sant Formatge) datados ambos en el siglo VII a.C. se han fabricado a partir de hematites del entorno de la Punta Roja, así como también los instrumentos de hierro localizados en el yacimiento de la Serra del Calvari, ya dentro de la siguiente centuria.

La conclusión más importante que se deriva de estos resultados es que, contrariamente a la tesis que se ha venido manteniendo por la mayoría de autores sobre el origen foráneo de estos primeros elementos férricos, como producto del comercio colonial a través de mercaderes fenicios o de relaciones transpirenaicas (Junyent 1992, 265), se demuestra que los primeros utensilios de hierro conocidos hasta el momento en la zona del Bajo Segre son producto de una metalurgia local. Esta afirmación supone un cambio en la visión de las sociedades de la primera edad del hierro de la zona del Bajo Segre, puesto que por primera vez podemos atribuirles unos conocimientos sobre metalurgia del hierro y un papel protagonista en este proceso que hasta ahora se les había negado, siempre supeditados a los influjos y conocimientos de los pueblos colonizadores. Los planteamientos y las hipótesis de trabajo que se establezcan a partir de ahora para estudiar la primera edad del hierro deberán tener en cuenta este descubrimiento, que sin duda nos debe hablar de una sociedad más tecnificada y más compleja de lo que hasta ahora cabía esperar.

AGRADECIMIENTOS

- Por la analítica de las muestras a Jordi Portavella, Josep Torres y Francesca Sala del Laboratori de Química del Departament de Enginyeria Minera i Recursos Naturals de la Universitat Politècnica de Catalunya (Manresa).
- Por el escaneo de las ilustraciones a Marta Llobera del Servei d'Audiovisuals de l'Institut d'Estudis Ilerdencs.
- Por la traducción al inglés del resumen a Teresa Fontanet del Servei d'Audiovisuals de l'Institut d'Estudis Ilerdencs.

BIBLIOGRAFÍA

- **Gallart, Junyent 1989:** J. Gallart i E. Junyent, *Un nou tall estratigràfic a la Pedrera, Vallfogona de Balaguer-Térmens, La Noguera, Lleida,* Espai/Temps, 3, Quaderns del Departament de Geografia i Història de l'Estudi General de Lleida, Lleida.
- **González 2003:** J.R. González, "L'arqueologia lleidatana no professional entre 1931 i 1975". *L'arqueologia a Catalunya durant la República i el Franquisme (1931-1975).Actes de les Jornades d'Historiografia celebrades a Mataró els dies 24 i 25 d'octubre de 2002.Jomenatge a Marià Ribes i Bertran (1902-1996) en el centenari del seu naixement.* Mataró 2003, 175-204.
- **González *et al.* 2002:** J.R. González, M.P. Vàzquez, J. M. Mata, J.L. Peña, J.I. Rodríguez, B. Colldeforns, "La presencia de hematites y la singular concentración de poblamiento de la primera edad del hierro en la confluencia de los ríos Cinca, Segre y Ebro", *Primer simposio sobre minería y metalurgia antigua en el SW europeo,* Centre d'Arqueologia d'Avinganya, Seròs (Segrià, Catalunya, España) del 5 al 7 de Mayo de 2000, La Pobla de Segur, 2002, 233-254.
- **Grup D'Investigació Prehistòrica 2003:** "Caballos y hierro. El campo frisio y la fortaleza de "Els Vilars d'Arbeca" (Lleida, España), siglos VIII-IV a.C., *Chevaux-de-frise i fortificació en la primera edat del ferro europea,* Universitat de Lleida, 233-274.

- **Junyent 1992:** E. Junyent, "Els origens del ferro a Catalunya", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 2, Universitat de Lleida, 21-35.
- **Maluquer 1987:** J. Maluquer, "La necrópolis paleoibérica de "Mas de Mussols", Tortosa (Tarragona)", *Catalunya: Baix Ebre*, Departament de Prehistòria i Arqueologia, Barcelona.
- **Mata 1992:** J.M. Mata, "El ferro: el seus minerals i la seva minera a Catalunya", *Xaragall* n.º28, Revista de Ciéncias de la Catalunya Central.
- **Mateo 1992:** P. Mateo, *Interrrelación poblado-necrópolis. Propuestas de anàlisis en las comarcas meridionales de Lleida durante el Bronce Final*, memoria de licenciatura, Universidad de Barcelona, inédita.
- **Maya 2003:** J.L. Maya, "En la encrucijada de la arqueología ilerdense: Díez-Coronel y la década de los setenta". *Actes del I Congrés Internacional de Gravats Rupestres i Murals. Homenatge a Lluís Díez-Coronel (Lleida, 23-27 de novembre de 1992).* Institut d'Estudis Ilerdencs. Zaragoza 2003, 973-979.
- **Maya *et al.* 1975:** J.L. Maya, L. Díez-Coronel i A. Pujol, "La necrópolis tumular de incineración de Pedrós, Serós (Lérida)", *XIII Congreso Nacional de Arqueología*, (Huelva 1973), Saragossa 1975, 611-622.
- **Medina *et al.* en prensa:** J. Medina, M.P. Vàzquez y J.R. González, "El fons arqueològic de l'Institut d'Estudis Ilerdencs. Història d'un llarg procés de catalogació i estudi d'una selecció de materials", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 14, en prensa.
- **Mestres 2003:** J. Mestres, *Datació per radiocarboni de material carbonós procedent del jaciment anomenat la Serra del Calvari (la Granja d'escarp, Segrià)*, Laboratori de datació per radiocarboni, Universitat de Barcelona, inédito.
- **Pita, Díez-Coronel 1968:** R. Pita, L. Díez-Coronel, *La necrópolis de Roques de sant formatge, en Seròs (Lérida)*, Excavaciones Arqueológicas en España, 59, Madrid 1968.
- **Plens 1986:** M. Plens, *La necròpoli de La Pedrera*, Tesi de Llicenciatura, Estudi General de Lleida, inèdita.
- **Plens 2002a:** M. Plens, "90.Ganivet", *Sala d'Arqueologia. Catàleg,* Quaderns de la Sala d'Arquelogia 2, Lleida 2002, 194.
- **Plens 2002b:** M. Plens, "91.Ganivet", *Sala d'Arqueologia. Catàleg,* Quaderns de la Sala d'Arquelogia 2, Lleida 2002, 195.
- **Plens 2002c:** M. Plens, "164.Urna funerària", *Sala d'Arqueologia. Catàleg,* Quaderns de la Sala d'Arquelogia 2, Lleida 2002, 195.
- **Ribes 2002:** J.Ll. Ribes (ed.), *Sala d'Arqueologia. Catàleg,* Quaderns de la Sala d'Arquelogia 2, Lleida 2002.
- **Rodríguez 1991:** J.I. Rodríguez, "Algunes dades sobre l'edat del ferro al Segrià: el jaciment de la Serra del Calvari (La Granja d'Escarp) i altres del seu entorn, *Tribuna d'Arqueologia 1989-1990*, Barcelona 1991, 77-86.
- **Rovira 2000:** S. Rovira, "Continuismo e innovación en la metalurgia ibérica", Saguntum-PLAV, Extra 3, 209-221.
- **Tartera, Vidal 2003:** E. Tartera, A. Vidal, "Intervencions arqueològiques a Lleida durant els anys 2001 i 2002", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 13, 375-391.
- **Vàzquez Falip 2001:** M.P. Vàzquez Falip, "Les necròpolis dels camps d'urnes del bronze, ferro i època ibèrica del Baix Segre. Aspectes cronològics i rituals", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 10, 65-101.
- **Vilaseca 1943:** S. Vilaseca, "El poblado y la necrópolis prehistóricas de Molá (Tarragona), *Acta Arqueológica Hispánica* I.

Patrimonio arqueológico y medio natural: propuesta de protección integral en el área del Priorat (Tarragona)

Margarida Genera i Monells
Cap de la Secció d'Inspecció Tècnica i Programació del Servei d'Arqueologia de la Generalitat de Catalunya.
Directora de dicho proyecto.
mgenera@geuncat.net

RESUMEN

A raíz del proyecto de intervención integral en el asentamiento protohistórico del Puig Roig del Roget, situado en el Masroig, comarca del Priorat, desde hace algunos años la investigación se complementa con un programa de difusión de los resultados de la investigación dirigido a un público no especializado, principalmente para los escolares.

Nuestro fin es sensibilizar, difundir y profundizar en el conocimiento de la vida de los habitantes de dicho poblado, donde tenemos registradas diferentes actividades relacionadas con la minería y la metalurgia.

Con ello pretendemos contribuir de una manera más participativa al fomento de una mayor sensibilización sobre estos temas con el objetivo de salvaguardar el rico patrimonio geológico y minero existente en este territorio, factor determinante del denso poblamiento en época protohistórica cuyos vestigios se han conservado hasta nuestros días.

Palabras clave: cuenca inferior del Ebro-Siurana, hábitat protohistórico, patrimonio geológico del Priorat, Puig Roig.

ABSTRACT

For several years the basis of this research around the pre-historic site Puig Roig del Roget (situated in the Masroig in the region of Priorat) has been complemented with a promotional program directed at a non-specialized public, principally students.

Our goal is to make aware, to divulge and to deepen the knowledge of this life of this village and its inhabitants. Within Puig Roig del Roget we have registered various activities related to mining and metalworking.

With this aim we would like to contribute a greater and more interactive promotion of these subjects. The main objective is to save our rich geologic and mining heritage around this territory, a factor that is determinant for the dense population found on this pre-historic times, to today.

Key words: *Later Bronze Age-First Iron Age settlement, low Ebro-Siurana basin, Priorat's geological heritage.*

INTRODUCCIÓN

Nos referimos al programa de actuaciones que estamos llevando a cabo con el principal objetivo de difundir los resultados de la investigación del yacimiento del Puig Roig del Roget situado en el término del Masroig, comarca del Priorat, atribuido a una etapa comprendida entre el Bronce final y la primera Edad del Hierro.

El asentamiento humano se encuentra en la parte más alta de un cerro de unos 200 m. de altitud, constituido por materiales rojos del Buntsandstein -a los que debe el topónimo- situado en el término del Masroig, junto al río Siurana, afluente del Ebro, en las inmediaciones de una antigua dependencia de la cartuja de *Escaladei,* en la zona minera de Bellmunt-el Molar, a escasa distancia del poblado y necrópolis del Calvari, excavados por Salvador

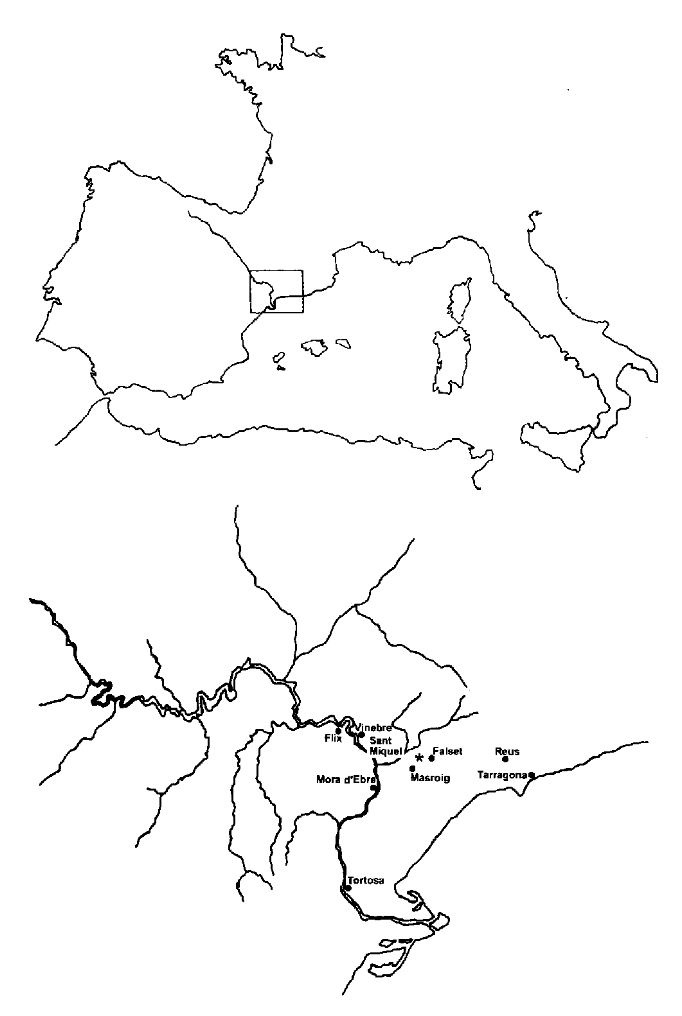


Figura 1. Situación geográfica del asentamiento del Puig Roig.

Vilaseca en 1943. El área del hábitat está siendo objeto de nuevas intervenciones por parte de la *Universitat de Lleida* (N. Rafel 2002).

Su ubicación en una zona rica en minas, principalmente de galena argentífera, pero también de plata y cobre en la antigüedad, es uno de los factores que justifica la instalación de este poblado. A ello cabe añadir otro aspecto importante: se halla en el centro de una red de comunicaciones fluviales y terrestres que enlaza con la importante vía del Ebro, relativamente a poca distancia de su desembocadura.

POSTULADOS BÁSICOS

Partimos del convencimiento de que la mejor manera de proteger el patrimonio cultural, incluyendo el patrimonio geológico y minero es a través de una adecuada campaña de difusión.

Por este motivo ya en la última etapa de intervenciones en este paraje hemos iniciado una serie de acciones dirigidas a la musealización del conjunto de forma que no solamente resulte inteligible el yacimiento por sí solo, sino que también lo sea en relación con su entorno más inmediato.

El asentamiento se presenta como el espacio ocupado por personas que no solamente desarrollaron una serie de actividades sino que también establecieron entre ellos relaciones basadas en los sentimientos propios de los humanos.

Siendo la minería y la metalurgia una de las actividades más específicas registradas en el Puig Roig y dada su relación con las minas de Bellmunt-el Molar hemos incluido en nuestro programa la revalorización del patrimonio geológico de la zona junto con las actuaciones de musealización del propio yacimiento. De esta forma a partir de un itinerario didáctico se podrán explicar las diferentes formas de vida del hombre prehistórico enfatizando las estrategias de explotación de los recursos documentados en la zona, en este caso la minería, la metalurgia, la talla del sílex, la elaboración de los materiales constructivos (adobe), la fabricación de las cerámicas, etc.

DE LA INTERPRETACIÓN DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO A SU EXPOSICIÓN INTELIGIBLE

En esta línea hemos procedido a la realización de los siguientes trabajos:

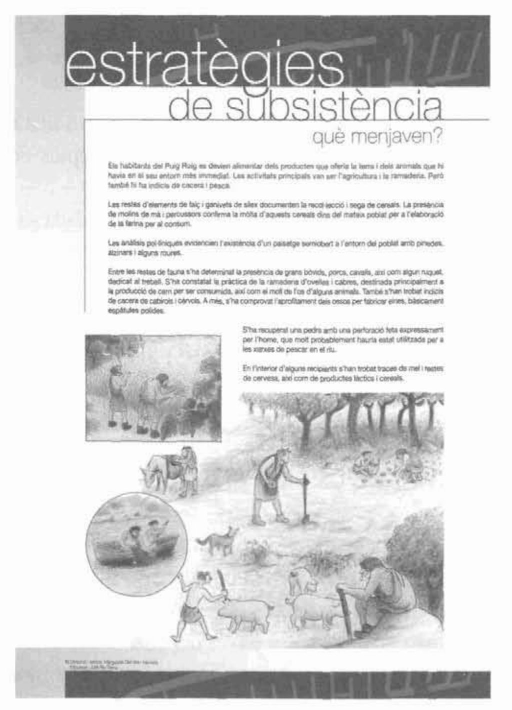
1. Sobre el propio yacimiento se ha procedido a la consolidación de las estructuras constructivas que conforman la trama urbana, así como la restauración de los elementos singulares que hemos definido como hitos urbanos (torre y puntos concretos de la muralla). Así mismo, se ha previsto un itinerario a través del cual se explican diferentes aspectos de la vida en este poblado, con una serie de elementos de señalización que tratan tres bloques de contenido:
    1. El medio en el cual se construyó dicho asentamiento.
    2. El poblado en sí mismo.
    3. Los habitantes y sus actividades.
2. Paralelamente, se han elaborado una serie de materiales didácticos que nos permiten ofrecer la información básica para comprender e interpretar el yacimiento de forma activa por parte de los alumnos.

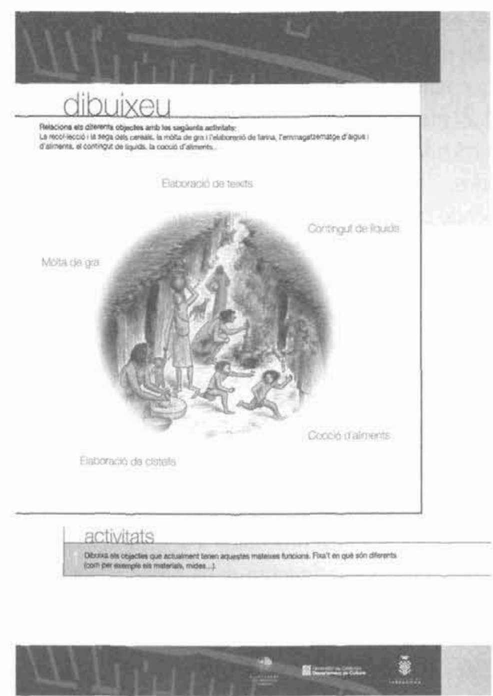
    En cuanto a la edición del material complementario se han publicado: un tríptico con la propuesta del itinerario, una pequeña guía, un póster, una carpeta con fichas didácticas entre las cuales hasta la fecha han aparecido los siguientes temas:
    - La investigación arqueológica.
    - Las estrategias de subsistencia: cómo se alimentaban (Fig. 2 y 3).
    - La cerámica (Fig. 4 y 5).
    - El tejido y la cestería (Fig. 6).
    - La minería (Fig. 7 y 8).
    - La metalurgia (Fig. 9 y 10).
    - Diseño y construcción del poblado.
    - La vida del más allá.

    También se ha elaborado un CD interactivo que parte de la investigación arqueológica realizada en este yacimiento de forma que permite visualizar los resultados de forma participativa. Además contiene una parte documental de los trabajos de excavación y un audiovisual.

Libro/cuaderno

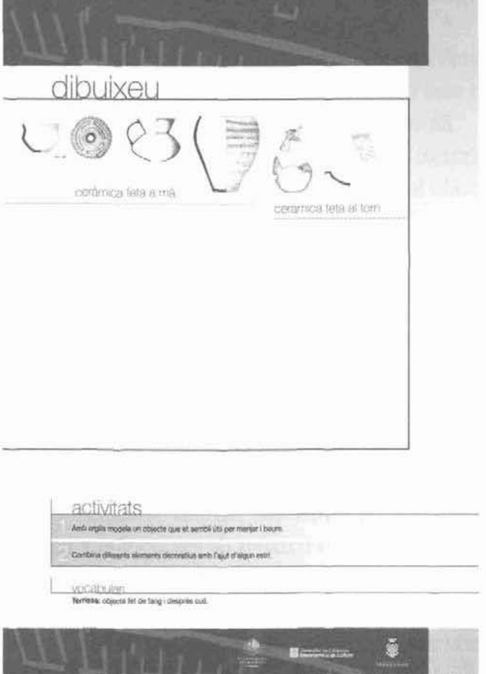
Se trata de una publicación que sin perder la simplicidad de expresión propia para ser aceptada por un público





Figuras 2 y 3. Estrategias de subsistencia.





Figuras 4 y 5. La cerámica.

juvenil al cual va especialmente dirigida, pone al alcance del usuario un texto solvente y actualizado que sirve de base para posteriores actividades, ya que recoge la información básica sobre el yacimiento.

Dossier/fichas

Impresas sobre papel adecuado para dibujar y escribir, cada una de las fichas desarrolla un tema específico relacionado con un aspecto concreto de los que se hallan documentados en el yacimiento.

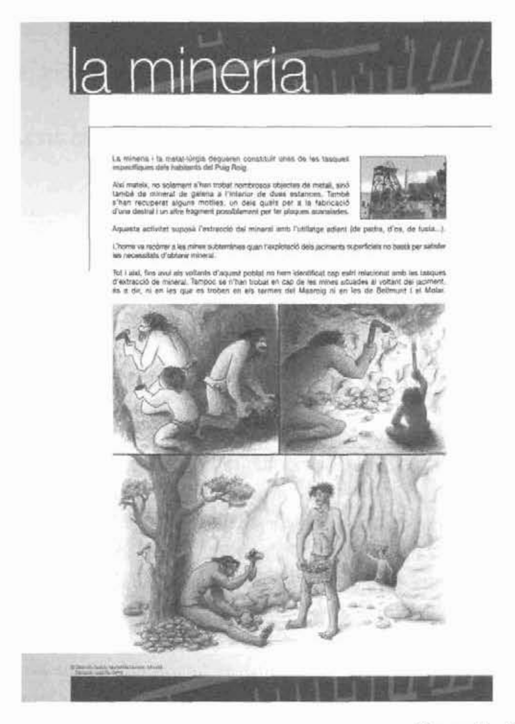
Contienen la información mínimamente imprescindible para introducir el tema.

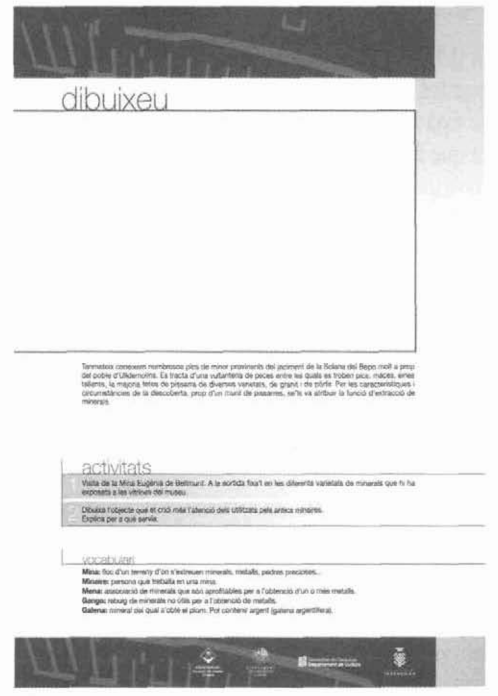
Proponen el desarrollo del trabajo práctico, el resultado del cual suele reflejarse a través de un dibujo.

Su realización supone, por lo tanto, unos conocimientos básicos obtenidos a partir de la observación directa de los pequeños detalles, un razonamiento que permita una interpretación fundada en hechos comprobables.

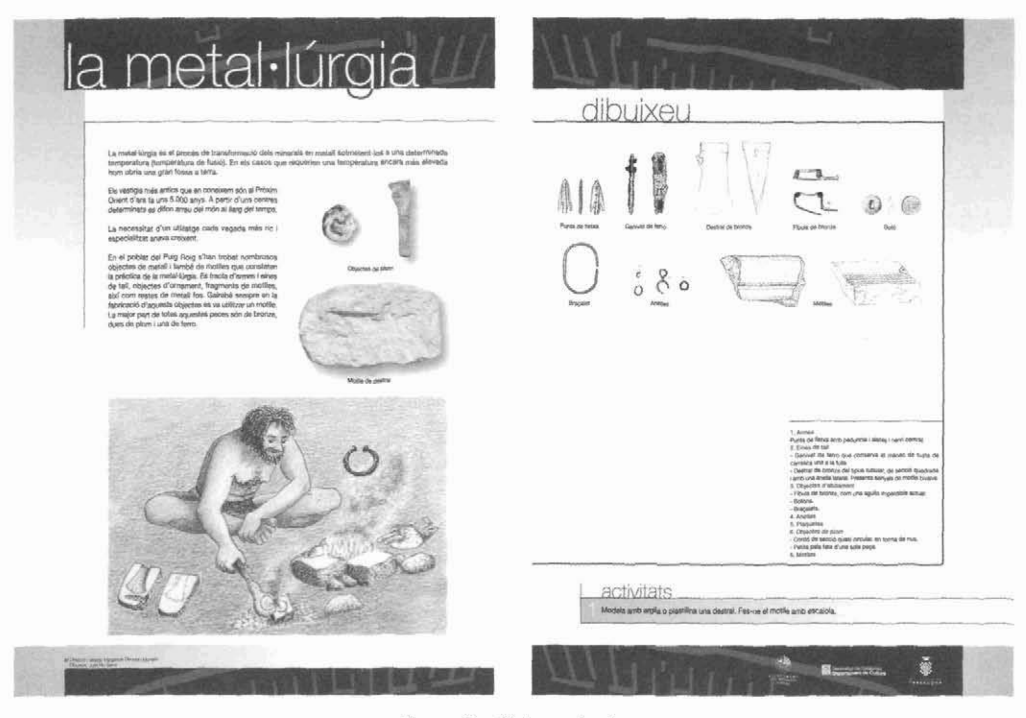


Figura 6. El tejido y la cestería.





Figuras 7 y 8. La minería.



Figuras 9 y 10. La metalurgia.

En definitiva, estas tareas requerirán también estimular la imaginación y desarrollar la creatividad para poder expresar los resultados a través de un breve escrito, dibujo o manualidad.

De esta manera esperamos contribuir a un mejor conocimiento, recuperación y potenciación de un área geográfica que a pesar de sus valores patrimoniales y naturales ha pasado prácticamente desapercibida.

BIBLIOGRAFÍA

- **Castro Martínez, P. (1994):** La sociedad de los Campos de Urnas en el nordeste de la Península Ibérica, la necrópolis de El Calvari (El Molar, Priorat, Tarragona). B.A.R., Oxford.
- **Genera i Monells, M. (1979):** *Evolució del poblament prehistòric i protohistòric: inventari arqueològic.* Tesis doctoral. 1979. Universidad de Barcelona. (Publicado un resumen en 1980).
- **Genera i Monells, M.:** *"El poblat protohistòric del Puig Roig del Roget (el Masroig, Priorat)".* Col.lecció Memòries *d'Intervencions Arqueològiques a Catalunya*, núm. 17. *Servei d'Arqueologia*. Barcelona, 1995. (Recoge gran parte de la bibliografía existente).
- **Genera i Monells, M.:** "La musealización de un yacimiento del Bronce final en el sudeste de Catalunya: El Puig Roig del Roget (Masroig, Priorat)". *La Edad del Bronce en tierras valencianas y limítrofes.* Villena, 2002, pp 627-634.
- **Genera i Monells, M.:** *Aplicacions didàctiques d'un jaciment del Bronze final-primera Edat del Ferro: El cas de l'Establiment del Puig Roig del Roget (El Masroig, Priorat). Actas del XIII Col.loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà* (En Prensa).
- **Genera i Monells, M., Mata-Perelló, J.M. y Melgarejo i Draper, J.C.:** *Proyecto de musealización del parque arqueológico y geológico de la zona minera de Bellmunt y el Molar, comarca del Priorat, Catalunya.* III sesión científica sobre el patrimonio minero metalúrgico. Huelva, Noviembre 1998.

- **Genera i Monells, M., Casas, J. y Melgarejo i Draper, J.C.:** *La revalorització del patrimoni arqueològic, geològic i miner en la zona del Masroig-Bellmunt-el Molar, el Priorat. I Simposi de mineria i metal.lúrgia antiga.* Seròs, 5-6-7 de Mayo de 2000, pp 521-535.
- **Rafel, N. (2000):** *"El poblat del Calvari del Molar* (Priorat)", *Revista d'Arqueologia* de Ponent 10:261-276.
- **Vilaseca Anguera, S. (1943):** *Poblado y necrópolis prehistórica de Molà* (Tarragona), Acta A. E., Madrid.

Aspectos constructivos de algunos torques españoles determinados mediante análisis radiográfico

Antonio Martín Costea*, Araceli Gabaldón, Tomás Antelo*** y Carmen Vega****

*Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC).
amcostea@cenim.csic.es
**Instituto del Patrimonio Histórico Español (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte).
araceli.gabaldon@iphe.mcu.es
***Instituto del Patrimonio Histórico Español (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte).
tomas.antelo@iphe.mcu.es

RESUMEN

Con motivo de la presentación en una exposición monográfica, se solicitó por el Museo Arqueológico Nacional al Instituto del Patrimonio Histórico Español el análisis radiográfico de diez torques, dos fragmentos y un brazalete. Las radiografías han permitido determinar diversos aspectos de los procesos de fabricación de estas emblemáticas piezas que consideramos conveniente dar a conocer, pues amplían el conocimiento de estos objetos que, por otra parte, ya han sido estudiados desde un punto de vista estilístico y analítico de sus materiales.

Palabras clave: Análisis radiográfico, Aspectos constructivos, Museo Arqueológico Nacional (Madrid), Radiografía de metales, Torques.

ABSTRACT

Owing to the celebration of a monographic exhibition: "Torques belleza y poder"[1], *the Museo Arqueológico Nacional*[2] *asked the Instituto del Patrimonio Histórico Español*[3] *for a radiographic analysis of ten torques, two fragments and a bracelet. The radiographies have enabled the determination of several aspects of the manufacturing processes of these pieces. We consider it worthwhile to make these results known, as they widen the knowledge about these objects, already studied from a stylistic and materials composition point of view.*

Key words: *Constructive aspects, Metal radiography, Museo Arqueológico Nacional (Madrid, Spain), Radiographic analysis, Torques.*

INTRODUCCIÓN

Con motivo de la exposición "*Torques, belleza y poder*" que se presentó en el Museo Arqueológico Nacional (Madrid), se realizó un análisis radiográfico de diez torques y dos fragmentos, además de un brazalete, cuyos resultados han permitido conocer diversos aspectos del proceso de fabricación y la calidad resultante de dichos procesos. A todo ello nos referiremos en la presente comunicación.

[1] "Torques beauty and power".
[2] "The National Archaeologic Museum".
[3] "Spanish Historic Patrimony Institute".

La identificación que se ofrece corresponde, en todos los casos, al número de inventario del Museo Arqueológico Nacional.

CONDICIONES DE RADIOGRAFIADO

Las condiciones de operación fueron:

V = entre 220 y 320 kV

I = 4 mA

t = entre 15 y 20 s

Distancia foco-película = 1 m.

La película usada fue del tipo II de ASTM y el revelado automático en un procesado de 8 min a 30 °C.

ANÁLISIS RADIOGRÁFICO

MAN 1943/9 (Figs. 1 y 2)

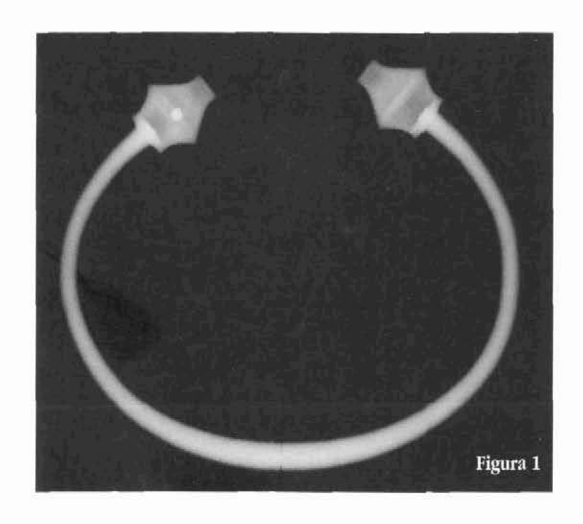


Figura 1

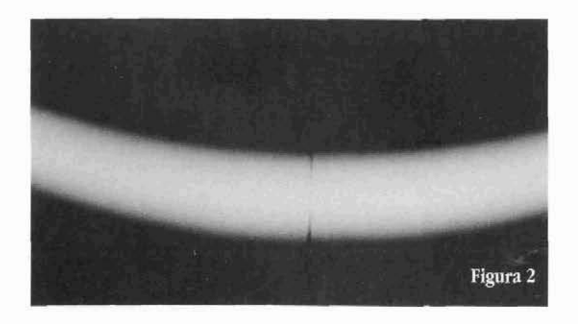


Figura 2

Brazo macizo con acusado engrosamiento en su parte central, en la que se observa un corte que por su calidad parece indicar que se realizó en tiempos recientes, tras el hallazgo de la pieza. La soldadura para disimular el corte es de muy mala calidad, con acusada falta de penetración y fusión de los bordes.

Remate en dos dobles escocias formadas por dos cuerpos cuasi troncocónicos soldados y otros dos planos que cierran el conjunto, unidos a los anteriores mediante soldadura. Las uniones soldadas son de buena calidad. Cabe señalar, en el interior de uno de los remates, una bolita esférica que produce un sonido de cascabel, con probabilidad introducida voluntariamente.

MAN 1955/65/4 (Fig. 3)

Brazo formado por cuatro alambres enrollados helicoidalmente decreciendo progresivamente desde el centro a los extremos, y dos hilos que rellenan las uniones entre ambos.

En uno de los extremos conserva el remate sol-

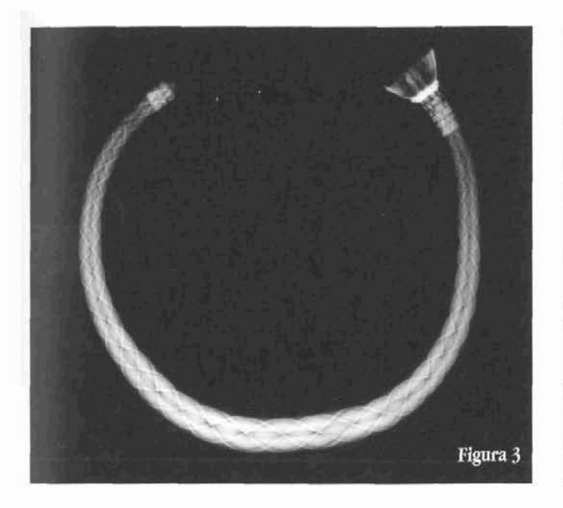
dado, consistente en media perilla -fracturada por la unión de soldadura a la otra mitad-. La perilla se une a un manguito sobre el que se introduce el extremo del torques, del que sobresalen al interior los extremos de dos vástagos que conforman el cuerpo central. En el extremo opuesto se conserva el manguito correspondiente a la perilla perdida.

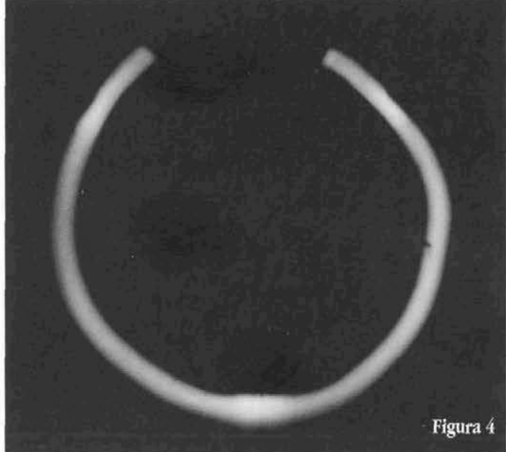
La unión del cuerpo a los manguitos se realizó mediante soldadura con un material disimilar, de menor absorción radiográfica que el resto.

MAN 1955/65/6 (Fig. 4)

Torques constituido por una varilla engrosada en su parte central, con grosor irregular según muestran las variaciones de absorción radiográfica.

A una distancia de $^1/_4$ de la longitud total desde uno de los extremos, se observa una amplia grieta abierta al exterior de la que parten hacia el interior diversas microgrietas, todo ello producido por un desdoblado en frío. Los extremos, ligeramente engrosados, corresponden a temas decorativos.


Figura 3


Figura 4

MAN 1955/65/3,12,13 (Fig. 5)

Espectacular torques formado por varios alambres de sección circular, enrollados y con engrosamiento decreciente desde el centro a los extremos en cuyos remates se halla una perilla y otra fracturada por la zona de unión soldada situada en el eje de ambas mitades. Del extremo de estas perillas, desde unas piezas anulares parten dos cadenitas una terminada en un aro y la otra en un pasador de forma bicónica para cierre del conjunto. La perilla mejor conservada muestra una soldadura perimetral de muy buena calidad. En un momento indeterminado el extremo correspondiente a la perilla completa se fracturó, y en la reconstrucción se unieron ambas piezas mediante un pasador de material disimilar que las une de forma grosera a través del manguito y del extremo de los vástagos enrollados.

A

B

Figura 5

MAN 1956/45/5 (Fig. 6)

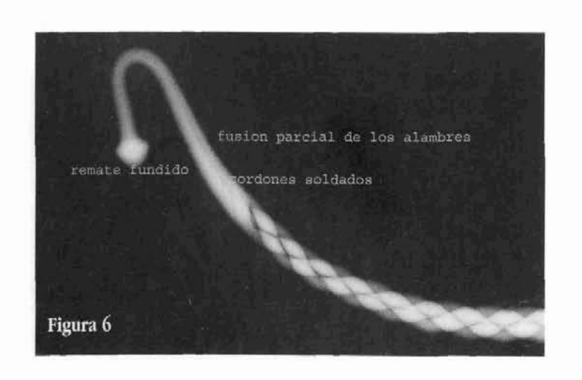


Figura 6

Pieza formada por tres alambres de sección circular enrollados y en disminución de grosor del centro a los extremos.

En el único extremo conservado se observa la fusión parcial de los alambres para el macizado, manifestada por unas líneas de falta de fusión longitudinales más oscuras que su entorno. El remate, en forma de botón o bellota, se ha llevado a cabo por calentamiento y posterior conformado mecánico.

MAN 1972/64/5 (Fig. 7)

Este torques está formado por un alma sobre la que se arrollan en diámetro decreciente del centro a los extremos un grueso alambre y otro fino que rellena la separación entre espiras del anterior. En la zona central el alambre grueso forma tres ochos desarrollados en el mismo plano que el cuerpo central del torques.

La uniformidad de la densidad radiográfica parece indicar que el alma y los alambres que la envuelven son de idéntico material.

A partir de un cierto lugar el cuerpo central se halla macizado hasta los extremos, sin que se determinen variaciones en la zona de transición entre los arrollamientos y la parte macizada, hecho que indica una correcta solución técnica. La parte maciza decrece en diámetro progresivamente hasta los extremos que se hallan vueltos hacia el exterior terminando en forma de doble perilla, apuntada la más externa. La homogeneidad que se observa es indicativa de una correcta solución técnica.

MAN 16856 (Fig. 8)

Cuerpo central macizo con acusado engrosamiento hacia su mitad y en ambos extremos.

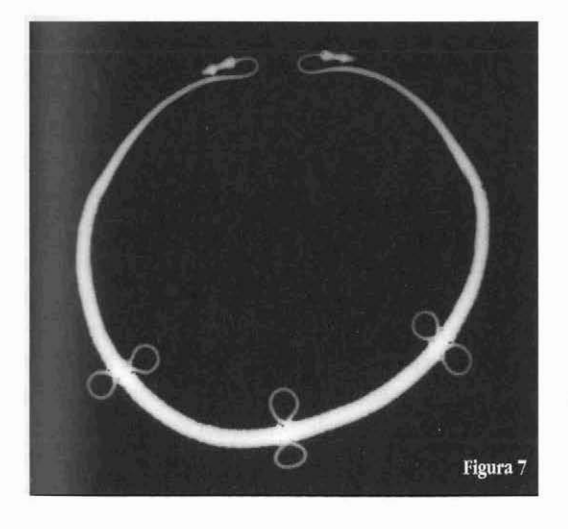
Termina en dobles escocias que están constituidas, como en casi todos los casos, por dos cuerpos cuasi troncocónicos soldados perimetralmente por su máximo diámetro y otros dos planos circulares que cierran.

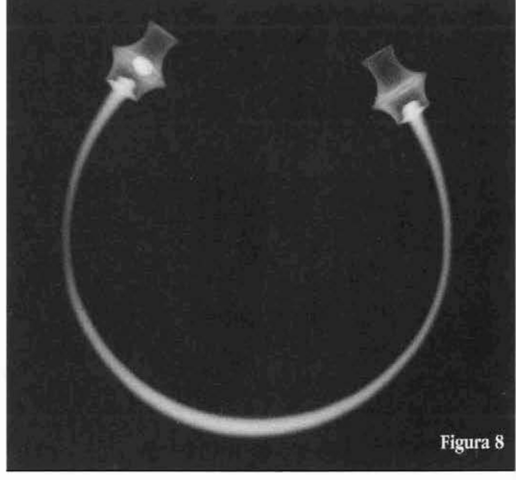
Los extremos del brazo penetran al interior de las escocias, a las que fueron soldados.

Radiográficamente se muestra la correcta soldadura de los extremos del brazo con las primeras piezas circulares planas de las dobles escocias, lo que ocurre, también, entre las piezas finales planas y las troncocónicas anteriores.

Por el contrario, las uniones por la zona de mayor diámetro de las piezas centrales manifiestan una acusada falta de penetración y de fusión, seguramente por soldeo a una temperatura insuficiente.

Esta defectología, que se repite en otros torques con este mismo tipo de remate, parece indicar que fueron estas soldaduras perimetrales las últimas que se realizaban.


Figura 7


Figura 8

MAN 28443 (Fig. 9)

Torques formado por alambres trenzados. Al exterior, la zona de contacto entre los alambres queda disimulada por enrollamiento de un alambre fino en sentido helicoidal.

El grosor de la pieza es decreciente hacia los extremos, que se han refundido en forma de ojales o presillas. La ausencia de faltas de fusión en el macizado de los extremos indica que la temperatura para su conformado fue elevada.

MAN 28552 (Fig. 10)

Cuerpo macizo con engrosamiento en su tercio central y en los extremos, que terminan en achaflanado recto. Sobre éstos se aplican dos terminaciones macizas en forma de bellota, una de las cuales presenta ligeros cambios de densidad radiográfica, de geometría irregular, desde el extremo a la parte central, correspondiendo a una ligera falta de material.

Para la sujeción las bellotas fueron dotadas de un vástago de forma cónica que encajó en el hueco practicado a tal fin en los extremos del brazo, donde quedaron fijadas, además, mediante soldadura.

Los defectos de entalla que aparecen en la unión del vástago con las bellotas parecen corresponder a escasez de material de aporte.

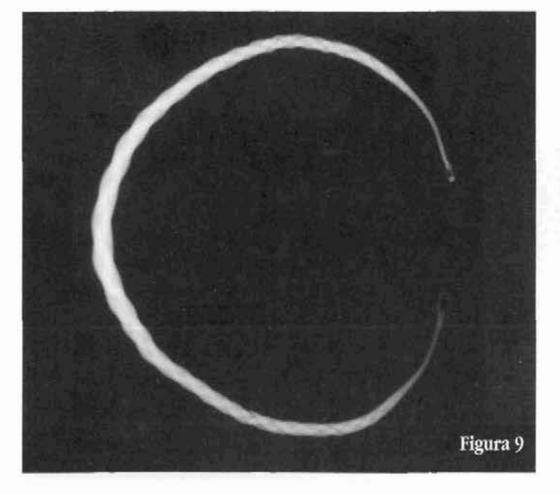


Figura 9

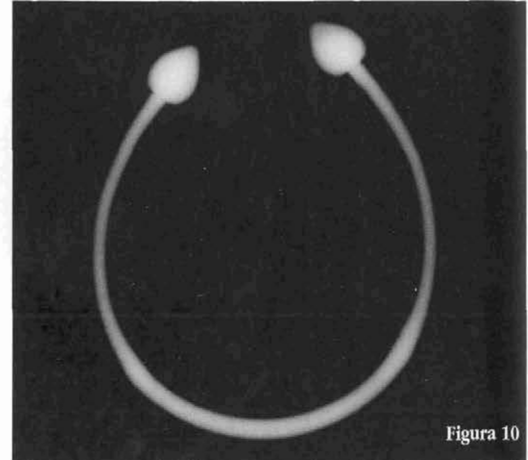
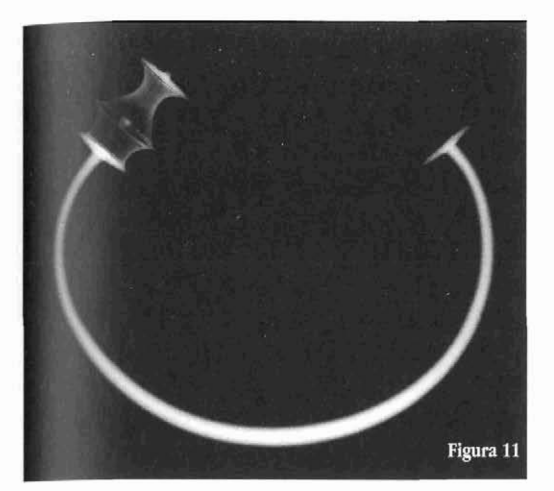


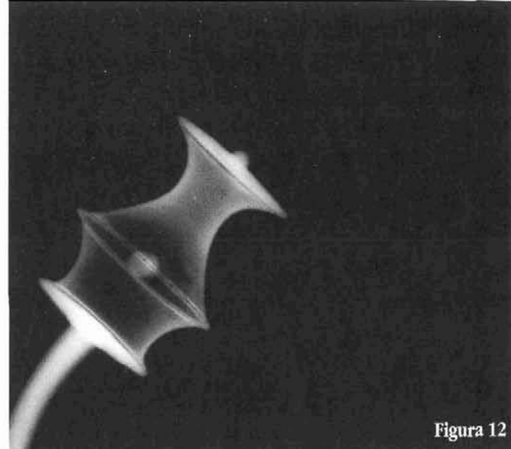
Figura 10

MAN 33132 (Figs. 11 y 12)

Cuerpo macizo con engrosamiento decreciente del centro hacia los extremos, que vuelven a presentar muy ligero engrosamiento. Algunas líneas longitudinales que se aprecian en la radiografía en la zona del brazo corresponden a motivos decorativos incisos externos.

El torques terminaba doble escocia, de las cuales se conserva una completa que está formada por cinco piezas unidas mediante soldadura; presenta un pequeño goterón soldado en el interior, en su punto medio.


Figura 11


Figura 12

La escocia conservada se realizó con una primera pieza plana circular, taladrada en su centro por el que atraviesa al interior y queda fijado mediante soldadura el cuerpo central del torques. El sistema constructivo de estos remates es idéntico al de aquéllos similares tratados con anterioridad, con la salvedad de que en este caso la pieza plana circular externa tiene soldado en su centro geométrico, al exterior, una bolita maciza.

Todas las uniones se realizaron mediante soldadura, con un proceso incorrecto ya que en la unión de las distintas piezas se observan líneas oscuras correspondientes a faltas de fusión de los materiales de base. En la línea de unión de las dos piezas bitroncocónicas se observan poros vermiculares originados por la salida al exterior de los gases internos producidos en la soldadura. El pegote adherido al interior corresponde a material de aporte añadido en el soldeo. La bolita centrada en la pieza plana externa muestra una soldadura muy bien ejecutada.

En el otro extremo del torques únicamente se halla la primera pieza de la doble escocia opuesta, habiéndose perdido el resto desde antiguo.

Por no aportar datos de interés, no se consideran en el presente trabajo los otros dos fragmentos de torques y el brazalete, que está compuesto por una varilla maciza de grosor uniforme.

CONCLUSIONES

Se ha observado que el material de los cuerpos centrales, tanto el de los macizos como de los formados por arrollamientos helicoidales o enrollamientos sobre un alma, presenta uniformidad de densidad radiográfica y nula defectología. Únicamente MAN 1943/9 presenta un corte intencionado y MAN 1955/65/6 agrietamiento por desdoblado en frío, defectos ambos producidos, con seguridad, tras su hallazgo en tiempos recientes. Por ello, es corriente encontrar los torques con el cuerpo central en buen estado de conservación, a excepción de algunos fragmentos que remiten a intentos de amortización del material.

Vemos también que en los motivos decorativos de los extremos, cuando son macizos, se muestra buena calidad estructural tanto en el extremo del brazo si está conformado en caliente como en las piezas soldadas, uniones en las que destaca, también, la buena ejecución.

Únicamente en los motivos decorativos de los extremos, cuando son huecos, se aprecia en algunos casos una mala calidad de ejecución en las soldaduras, lo que implica que sean las zonas en las que se han perdido desde antiguo parte de los componentes siempre -en los casos estudiados- por rotura en zona de unión soldada.

The ancient metallurgy on the Isle of Elba

Gino Brambilla

Gruppo Archeologico Naturalistico Elbano.

Editing and translation by Dr. Antonello Marchese, Journalist pubblicist. Environmental and Tourist Guide on Elba, G.A.N.E. associate.

marchese@elbalink.it

ABSTRACT

Elba, the largest island of the Tuscan Archipelago, is situated a few miles from the coast of Tuscany.

Its territory, now partially included in the National Park of The Tuscan Archipelago, is crumpled into an extraordinary variety of peaks and valleys and it's rich in ores, especially iron ore exploited by mining activity since ancient times up to 1981.

The presence of ore deposits on the isle of Elba, or at least the signs of their existence, was already known in the late Musterian period, about 40 thousand years ago.

A small settlement of this period was found in the area of Reale and Terranera, in the municipality of Porto Azzurro. The site has given back many lithic items in local red jasper and in black and green obsidian stones, the latter probably coming from Sardinia. A shelter under the rocky cliff, at present damaged by the sea, has been discovered not far from the site where the lithic tools were found. The area is rich in red and yellow ochres, that were probably given in exchange to the people supplying obsidian.

Key words: Copper Age, Elba Island, Etruscans, Iron, mining, metallurgy, Prehistory.

COPPER AGE

In the Eneolithic age Elba, that about ten thousand years before had become an island with the rising of the sea at the end of the glacial period, witnessed the beginning of a vast exploitation of copper ores, found in opencast mines situated mainly in the thermometamorphic ring around the highest mountain, Monte Capanne (1019 meters on the sea level), but also found around the iron mines near Rio Marina and on Monte Calamita, in the Capoliveri area. Other copper deposits are found near the Santa Lucia hill and under the castle of Volterraio, not far from Portoferraio.

In the municipality of Marciana, siuated in the North West area of the Monte Capanne massif, the most important sites for the explotation of copper ores, according to the mininig extension are the following:

- **La Buca del Rame**, near Pomonte, where malachite and calcopirite were mined, with calcopirite yielding a 10,3% in copper.
- **Punta del Giardino and Le Tombe**, where a calcopirite lode in the serpentinite was exploited. Here the ore contained:

    Copper Cu 31,30

    Iron Fe 34,67

    Sulphur S 34,03

    With the formula $(1/2\ Cu + 1/_2)S = CuS + FeS$.

According to Bechi the Calcopirite from this ore contained a small percentage of silver (0,28 0/00).

COPPER AGE: RINALDONE CULTURE (FIRST HALF OF THE II MILLENNIUM B.C)

This period is represented in Tuscany and the area north of Rome by the civilization of Rinaldone, named after having discovered a large burial site at Rinaldone, not far from Viterbo and Monte Fiascone.

Other necropolis belonging to this civilization were found all over the territory between the Arno and the Tevere, the land that later became the Etruscan's country.A burial site of the Rinaldone culture has been found on the Isle of Elba, in the St. Giuseppe Cave, a natural cavity in the municipality of Rio Marina.This hollow contained about one hundred bodies and a large amount of grave goods. Unluckily many tombs had been damaged by subsequent inhumations and by the use of the cave by the local peasant as a shelter for the agricultural implements. Great was the richness and variety of grave goods with many artifacts such as typical flask-shaped pots and jars, arrowheads and spearheads in local red jasper stone, stone axes in polished limestone with a hole to fix the handle, triangular bladed daggers in copper, needles with a square section, small sea snails, necklace beads made in bone. The culture of Rinaldone, whose economy was characterized by sheep-breeding, the transformation of cheese products, wool and skin-working, and of course by the knowledge in processing copper, had a warlike component that imposed itself on neolithic societies. The Rinaldone people enlarged in the metalliferous areas of Tuscany, dominating this orerich territory. Warriors tombs have been found and there is evidence of the cruel practice of killing the wife on the husband's death, so she could follow the dead warrior into the life to come.

A skull with a hole in the occipital bone belonging to a young woman has been found in the San Giuseppe cave. At first this hole was attributed to an attempt at surgical drilling with a therapeutic purpose, but later it has been proved that the injury had been caused by a violent blow with a stone axe, probably to kill the wife of a dead warrior.

ANCIENT COPPER MINING AND SMELTING ON MONTE CALAMITA

In the iron pyroxenic rocks of Monte Calamita on the southeastern coast of Elba, in the area of Capoliveri calcopyrite was found and locally processed to obtain copper.

Here a sepulchral cave containing three skulls was discovered during a iron ore explotation in 1865.

The archeological site was studied by Raffaello Foresi, who found a cast bronze axe.

The axe was incomplete, that is, it was not properly refined and sharpened on the cutting edge.

In the area surrounding this sepulchral cave situated on the top of Monte Calamita at 413 m above the sea level, during the digging in search of the iron ore lode, miners found objects made of fire-proof clay that were called "soffietti e soffioni" (bellows and blowpipes).

These finds were a sort of funnel and nozzle (tuyere) for the furnaces melting copper and producing bronze: the funnel collected the wind that on the top of Calamita is very frequent, conveying the air flow into the nozzle (tuyere) and then directly inside the furnace providing the blast to revive the fire and the burning of the charcoal.

THE SMELTING FURNACE TO EXTRACT COPPER FROM CALCOPYRITE

An ancient furnace for the smelting of copper has been found on the S. Bartolomeo hill, 437 m a.s.l., a rocky high ground dominating the sea between Elba and Corsica, on the west side of the Monte Capanne massif, in the municipality of Marciana, on the Isle of Elba.

Here two valleys, daily affected by strong thermals, converge near the top of the hill: on this site a natural semicircular rocky conformation was adapted as a furnace for smelting copper from desulphurated calcopirite.

The natural shape of the rocks had been closed and made circular with a wall made of granite blocks about 150 cm high.

On the side of this structure a nozzle (tuyere) was set to allow the blast into the furnace.

The tuyere received the airflow from an outer funnel collecting the thermal winds rising from the valleys below.

THE USE AND WORKING OF AN ANCIENT FURNACE FOR SMELTING COPPER

I had just realized that the furnace at St. Bartolomeo wasn't a structure for the reduction of Elban haematite to obtain iron (see Gino Brambilla, "Elban Low Bloomery", in the papers of "1 er Simposi internacional sobre la Farga Catalana"), but part of a workshop to process copper, when I met Dr del Francia, director of the Restoration Department of the Tuscan Archeological Superintendence, who restored Riace's Bronze Statues, who had just arrived from a scientific expedition in Egypt to study the sites where the Pharaohs had their workshops to process copper and produce bronze.

He explained that the workshops were placed on hills at an height of about 600-700 meters above the sea level, where winds blow continuously, and that the blast in the furnaces was obtained making use of the constant thermals.

I understood from his tale that also on the isle of Elba, on the hill sites of S. Bartolomeo and Monte Calamita the blast in the furnaces was operated by making use of the thermals, that were conveyed and directed with the help of funnels and nozzles (tuyeres), reaching the hearth of the structure facilitating the combustion of the charcoal and raising the temperature to melt the copper.

At S.Bartolomeo the melted metal flowed out through some cleft left on purpose at the base of the furnace. Some cassiterite is found on the Isle of Elba, too. The tin extracted from local cassiterite was added to copper producing bronze. The process is documented by bronze fragments found around this ancient metallurgic workshop.

Just a part of the copper minerals found on Elba was processed on the island to make bronze for local use, while it is probable that the most of the ore was exported and smelted later. As a matter of fact there is proof of a wide copper ore exploitation in the above mentioned mines, especially those around Monte Capanne, while up to now only little evidence of local smelting has been found on Elba.

THE USE OF IRON ORE IN THE SMELTING OF COPPER AND BRONZE

In some sites of the Isle of Elba, where copper ore was mined and smelted in furnaces, some fragments of haematite have been found, notwithstanding in the same workshops there is no evidence of haematite reduction to obtain iron. It is probable that a certain amount of hematite was added to the furnace during the smelting to maintain the heat in the structure once the process was under way and the inner temperature high.

THE BURIAL SITE OF A BRONZER SMELTER

The tomb of a bronze smelter has been recently found at Monte Castello near Buraccio, in the municipality of Portoferraio, at a distance of about one kilometer from the copper mine of Volterraio. This site has given us a biconic vase closed by a bowl.

FROM BRONZE TO IRON

We have already estabilished the importance of Elba all over the Mediterranean sea in relation to its ore resources.A greater explotation had to come with the extraction of haematite and other iron minerals, in which the island is particularly rich, especially on its East coast. Such was the wonder about the abundance of iron ores that legend spread on the infinitude of its mines and on the property of the ironstone to regenerate after mining.As a matter of fact the Etruscans, after having exploited the quoted ore resources (copper and some tin), developed the technology of iron smelting to such a point to master the knowledge of iron making.The Etruscans' strength and fortune was to have at their disposal a special kind of haematite very rich in iron, that is found on Elba. It is called oligisto and it is very pure, containing a high percentage of iron, without too many impurities and with the property of being attracted by a magnet. Elba's mines also produce minerals less rich in iron , but the Etruscans were able to distingush the different sorts of haematite, obviously preferring the purest ore.An Etruscan wreckage has been recently discovered in front of Procchio beach, on the north shore of the island, where an ancient and important iron smelting site existed.The ship was loaded with iron ore, ready to be processed in the furnaces situated on the shore, that this vessel never reached.The shipload was partially formed by haematite of the purest kind.A fragment of this sort of ironstone has been analysed and the results prove the richness of the ore as shown in the diagram.

The Etruscans widely developed the metallurgic technologies using the ore from Elba, smelting iron on a large scale on the island and in the nearby mainland town of Popluna (now Populonia).

They smelted the ironstone using a furnace, charcoal and employing bellows to give a blast in the hearths. The sponge iron cakes were later refined and transformed into steel with more processing and operations of carburization on the forge.

Large amounts of slag from ancient Etruscan bloomeries have been found on the island, still containing a rich percentage in iron and for this reason exploited at the beginning of the XXth century in the ILVA blast furnaces of Portoferraio and Piombino.

THE ETRUSCANS ON ELBA

The Etruscan population, that inhabited ancient Tuscany, also lived on the Isle of Elba. Here they made use of the local resources, practicing agriculture, sheep farming, mining, ore smelting and trading the products of their activities. Up to the end of Bronze Age they exploited the copper ore lodes of the island, being able to produce bronze.Another activity was viticulture: at the time probably the hills of the island were already covered with the terraces where the grapevine still grow.

In the west part of Elba, where some of the most important copper mines existed and where the oldest hamlets were sited, archaeologists have found bronze bill-hooks and tools for pruning and grafting the vines dated in the IX - VIII century b.C. In the same area agricultural implements in iron dated in the VII century b.C were found. The most ancient villages were placed on some hills and mounts around the Capanne massif.A big centre surrounded by strong walls was located in the area of Monte Cenno (592 m a.s.l.), Le Mure (the wall) 631 m. a.s.l. and Colle della Grottaccia (647 m a.s.l.), high grounds overlooking the sea between Elba and Corsica.

Other actvities practiced by the Etruscans living on Elba were seafaring, trading and committing piracy. They crossed the sea frequenting the market centre of Alalia in Corsica, selling their products (tools and items in broze and iron, ores, sponge iron cakes, iron bars, wine) buying slaves, honey and other goods.They practiced piracy, especially plundering Greeks vessels passing near Elba's shore. Some sites around Monte Capanne were probably des-

troyed by a Siracusan incursion in the V century b.C. Some more strongholds were built to prevent further incursions, protecting a land so rich in ores. Probably a system of defense and a signal light chain was created on the hills to communicate quickly from one part to the other of the territory and towards the town of Popluna. The fortresses of Monte Castello and Castiglione di San Martino used up by the Etruscans up to the first half of the III century b.C., the time of the roman conquest of Elba, have been studied recently giving back many finds and precious informations.

THE FURNACE FOR THE DIRECT REDUCTION OF HAEMATITE TO OBTAIN IRON

The furnace has an height of about 170 cm and its formed by a cylindric structure containing the combustion chamber (hearth) and by a chimney.

It's built with sandstone and fireproof bricks cemented with fireproof clay and a local sand rich in quartz granules called "renone" on the island of Elba.

The base has a foundation about 60 cm deep in the ground composed by a layer of common sand and a layer of "renone" mixed to fireproof clay.

The combustion chamber rises from the level of the ground for about 120 cm, topped up by the smaller cylindric shape of the chimney, a further 50 cm higher, for a total height of about 170 cm.

The combustion chamber or hearth has an inner diameter of 40 cm and its walls are 30 cm thick, with an outer diameter of one meter. The chimney has an inner diameter and a mouth of 30 cm with a wall thickness of 10 cm and an outer diameter of 50 cm.

The door of the furnace, set on its front, is 40 cm wide, 60 cm high, and has an arch in its upper part. It's closed by fire-proof brick and its dismountable. In the rear at about 45 cm from the ground there is an opening where the tuyere for the air blast is placed. The tuyere in fire-proof clay is about 45 cm long with a diameter of about 16-18 cm. It is inserted in the walls of the strucure and its angle of inclination is about 45° so as to reach the center of the hearth.

After each reduction process, the furnace, if it has been damaged by the heat, is restored, when cooled down, with a mixture of fire-proof clay, sand (renone) and charcoal powder. The mixture is also used for the base of the hearth, the hottest spot of the whole structure, where molten slag deposits before coming out from the hole in the lower part of the door.

PROCESSING THE IRON ORE

The process to obtain iron from haematite is a direct reduction that gives us a product that the ancient authors called "iron sponge" for its spongelike structure. Before the beginning of the operation it is important to control that the tuyere made of fire-proof clay introducing the blast is placed correctly in the rear part of the furnace. The front opening is closed with some fire-proof bricks, leaving a hole in the lower of this dismontable door, to allow melted slag to come out.

At this point some burning charcoal is introduced in the mouth of the chimney and the bellow connected to the tuyere is operated, incresing the heat. Then 5 more kilos of charcoal are added: when the furnace is well warmed up some fragments of haematite are poured in the hearth to get red hot. As soon as this iron ore is incandescent we are sure that the fire won't estinguish in the smelting chamber and that the process may be

continued. The inside of the structure is filled up with charcoal and the bellows are operated in full swing. The charcoal keeps on burning and its volume is reduced by half: at this point a charge of haematite crushed in small fragments is added, followed by some more crushed charcoal.

The furnace is regularly and alternately charged with ore and charcoal and after about 2 and a half hours, 3 hours from the beginning of the operation some molten slag should start flowing out from the hole in the front door.

The process continues with new charges of ore and charcoal and the constant blast from the operated bellows: the slag keeps on running out from the front.

In 8-10 hours if everything has been done properly the reduction is over. The furnace must be opened the day after the process when the structure has cooled down.

The front door is dismantled with a hooked iron shaft and the sponge iron cake is extracted.

THE BELLOWS USED BY THE ETRUSCANS TO PROVIDE THE BLAST

The bellows are formed by two indipendent chambers. Each chamber has its valve to let the air in.

The way out of the chambers join together in a cubic collector connected to the tuyere directed into the hearth of the furnace. The bellows are fixed to the ground to operate properly, at a certain distance from the bloomery. They operate like a compressor, pumping continuously air into the combustion chamber. To get the iron ore reduction it is necessary to reach the temperature of 1300° and each kilo of burning charcoal needs 8 cubic meters of air an hour. The hearth of an Etruscan furnace contained 20 kilos of charcoal, therefore 160 cubic meters of air were needed each hour. The bellows were operated with an alternate movement compressing the air in the two chambers acting on two long handles.

The rhythm of the motion was increased according to the needs of the reduction process. The craftsmen could check the inner temperature spying the centre of the furnace from a small hole set behind near the tuyere. This hole was opened only to control the heat by the colour of the iron sponge in the hottest spot of the hearth. From the different colours of the incandescent material the master craftsman could understand the level of the temperature.

MAKING THE CHARCOAL

A good charcoal was an essential element in melting ores. On the Isle of Elba the Etruscans had at their disposal at least 10.000 hectares of woods for the production of charcoal to employ in iron smelting. The woods were composed mostly by evergreen trees and shrubs from the mediterranean macchia. Wide areas of forest were represented by groves of ilex trees.

From the examination of some charcoal fragments found in the remains of sponge iron cakes found near ancient bloomeries, archaeologists have verified that the Etruscans used the following plants and trees: Quercus ilex, Erica arborea, Pistacia lentiscus, Arbutus unedo, Rhamnus alaternus, Fraxinus ornus, Juniperus communis;

The forests divided in allotment were cut every twenty years, permitting the vegetation to grow again. One hectare of forest could produce about 100 quintals of wood. On the basis of an explotation recurring every twenty years, the Etruscan had at their disposal about 50.000 quintals of wood that produced 10.000 quintals of charcoal. The cut of the wood and the charcoal production was performed mainly in autumn and winter: the woods were protected in spring and summer for biologic reasons, while making the charcoal was problably suspended in the hottest months to avoid the danger of fires. The transformation of wood into charcoal, literally the distillation of

wood to its carbon content, was operated in the forest where special kilns were prepared. The method must have been very similar to the process still practiced on the island up to forty years ago.

The area where the kiln was constructed had to be cleaned and leveled. The a pile of wooden logs was created with a circular base, the shape of a dome, and with a hole in the center (the chimney).

It was covered with layers of clods, baked clay, soil and leaves. At this point the fire was started. A few holes of the right dimensions were made at the sides of this vulcano-like kiln, letting some air flow into the burning structure. The charcoal maker followed the processing to avoid the estinguishment of the inner fire, paying attention to the air-flow: an excess of oxigene could have burned all the logs.

At the end of this treatment the charcoal produced was ready to be used for smelting ores.

Moldes para la creación de ornamentos del yacimiento ibérico de Mas Castellar - Pontós (Girona)

Mª Carme Rovira* y Enriqueta Pons**
* Museu d'Arqueologia de Catalunya - Barcelona.
carmerovira@wanadoo.es
** Museu d'Arqueologia de Catalunya - Girona.
enriqueta.pons@gencat.net

RESUMEN

Entre los materiales del poblado ibérico de Mas Castellar (Pontós, Girona) se han identificado evidencias de la producción metalúrgica local. En la broncística destacan los instrumentos destinados a la creación de objetos ornamentales. Se trata de parte de un molde para fundir hebillas de cinturón, elementos globulares y anulares, de otro fragmento para posiblemente también hebillas y de un tercero para fundir cuentas. Su estudio morfotécnico y arqueométrico permite conocer nuevos aspectos de las actividades económicas del ámbito protohistórico catalán.

Palabras clave: bronce, cultura ibérica, moldes, producción metalúrgica.

ABSTRACT

Evidences of local metallurgical production have been recognised among the remains of the Iberian settlement of Mas Castellar (Pontós, Girona). With regard to the bronze chapter, the existence of tools dedicated to create ornaments must be outlined. One of these casting moulds was used to produce belt buckles, globular elements and rings, another to make probably belt buckles and the last one to make beads. Their morphotechnical and archaeometric studies allow us to know new traits of the economical activities carried out in the catalonian prohistorical context.

Key words: *bronze, casting moulds, Iberian culture, metallurgical production.*

INTRODUCCIÓN

El poblado ibérico de Mas Castellar (Pontós, Girona) (figura 1) cuenta con talleres, residuos e instrumentos metalúrgicos relacionados con la broncística y la siderurgia, fechados entre los s.V y II a.C. (Rovira 2002a). En el apartado de la broncística destacan los objetos destinados a la creación de objetos ornamentales que presentamos en este trabajo.

LAS PIEZAS LÍTICAS

Existen, por una parte, dos fragmentos líticos de moldes de fundición incompletos, recuperados durante los trabajos agrícolas de la zona (figura 2). Si bien en principio se dio noticia de su aparición considerando la posibilidad de que correspondieran a una sola pieza (Pons *et alii*, 2002, 400; Rovira 2002a, 524, 526), su estudio indica como más probable que se trate de dos objetos distintos. Formarían parte de conjuntos bivalvos, cuyas tapaderas podrían ser simples piezas planas.

El fragmento de mayor tamaño es de arenisca rojiza de grano muy fino (figura 3). La cara dorsal (algo alterada) y un lateral son más oscuros que el resto. Mide 9,9 cm de longitud, 8,1 cm d'ancho y 3 cm de grosor. Presenta sec-

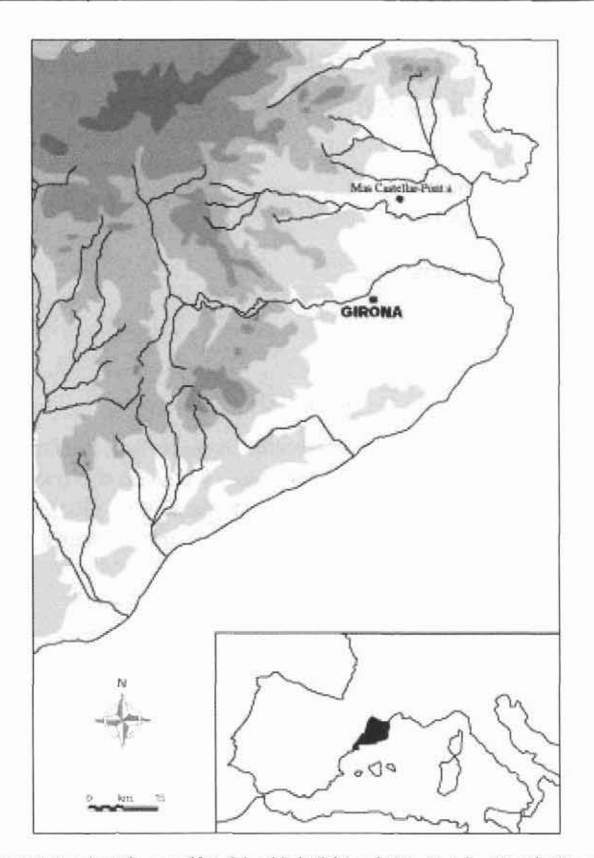


Figura 1. Localización geográfica del poblado ibérico de Mas Castellar (Pontós, Girona).

ción rectangular y tres matrices incompletas para fundir distintas piezas (hebillas de cinturón, anillas y elementos globulares de tipo indeterminable) simultáneamente. Todos estos elementos son de tamaño reducido: las anillas tendrían 2,2 cm de diámetro, las esferas 1,3 cm de diámetro y la hebilla, sólo 4 cm de ancho. No dispone de elementos de fijación ni se ha conservado el bebedero.

El fragmento pequeño también es de arenisca de grano muy fino, pero de color amarillento, con algunas manchas rosadas y negras por ambas caras (figura 4). Mide 6,6 cm de longitud, 5,9 cm de ancho y 3,1 cm de grosor. Presenta dos matrices incompletas rectangulares de 3,6 y 1,9 cm de longitud respectivamente. Su profundidad aumenta un poco en los extremos de manera que se obtendrían piezas de perfil ligeramente angular. Estas características permiten considerarlo parte de un molde de hebillas de cinturón, correspondiente a la zona los garfios. A diferencia de la pieza anterior, las trazas de uso son claramente visibles en el interior de las matrices, pues su superficie ha adquirido una coloración oscura a consecuencia de las altas temperaturas experimentadas.

A pesar de que ambos fragmentos carecen de contexto estratigráfico podemos considerar que su cronología debería situarse entre los períodos ibérico antiguo y pleno, ya que a partir de finales del s.VI a.C. la cultura ibérica septentrional adopta como complemento indumentario la hebilla de bronce de talón rectangular, escotaduras laterales cerradas y 3 garfios, decorada (encuadrables en el tipo D-III-3 de Cerdeño) o lisa (tipo D-II-2) (Cerdeño 1978). Conocemos ejemplos del Coll del Moro de la Serra d'Almos (Cela *et alii*, 1999, 106), las necrópolis noreste de Ampurias y Peralada, y el poblado del Puig de Sant Andreu Ullastret (Pons 1976; Ruiz Zapatero 1985, 972-973).

Algunos de los de la vecina necrópolis del Puig de Serra (Martín, Genís 1993, 29, 34,37) fueron enriquecidos con aplicaciones de metales nobles, convirtiéndose en objetos de lujo.

También en el propio yacimiento de Mas Castellar de Pontós hay hebillas. Una de ellas, formaba parte de un nivel doméstico de entre el último cuarto del s.III y el primero del s.II a.C. Está incompleta pero se aprecian los tres garfios, las escotaduras laterales cerradas, y la decoración a base de círculos punteados e incisos. Su análisis reveló que se trataba de bronce binario (Rovira 2002, 333, 337 fig.11.3.8). Con posterioridad han aparecido otras dos: una en el poblado y otra en un silo. De la primera (ref. MC-03-30.301-3-1) sólo se recuperó un fragmento muy pequeño (de 3,9 x 5 x 0,4 cm), en muy mal estado. Corresponde a la parte central del objeto, es decir, a la placa y la base de dos garfios, aunque por la morfología de la pieza, creemos que en origen presentaría como mínimo 3 garfios. También se intuyen parcialmente las escotaduras, pero es imposible precisar si eran abiertas o cerradas. Su contexto estratigráfico permite fecharla en el s.IV a.C. Las metalografías realizadas determinan que se trata de una pieza producida por fundición y gracias al análisis de composición sabemos que también se elaboró con una aleación de bronce binario.

El otro ejemplar (ref. MC-03-20.129-4-1), hallado en el relleno del silo SJ-138, amortizado entre el 300 y el 250 a.C., corresponde a una hebilla también probablemente de 3 garfios (conserva el arranque de dos de ellos, y queda espacio para un tercero), con dos pequeñas escotaduras cerradas y dos perforaciones redondas en el talón, destinadas a unos elementos de fijación que no se han conservado. Mide 5,2 de largo, de 4,4 a 2,6 cm de ancho y 0,45 cm de grosor. La corrosión superficial no permite apreciar si la placa está decorada con incisiones, pero sí se distinguen cuatro pequeñas protuberancias discoidales con un punto central, situadas por parejas, a cada lado externo de las escotaduras.

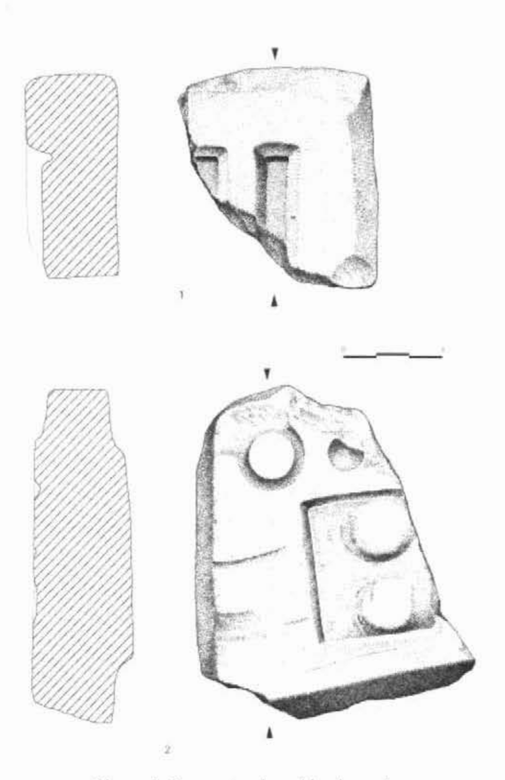


Figura 2. Fragmentos de moldes de arenisca.



Figura 3. Detalle del molde de arenisca destinado a fundir hebillas de cinturón, anillas y elementos globulares.

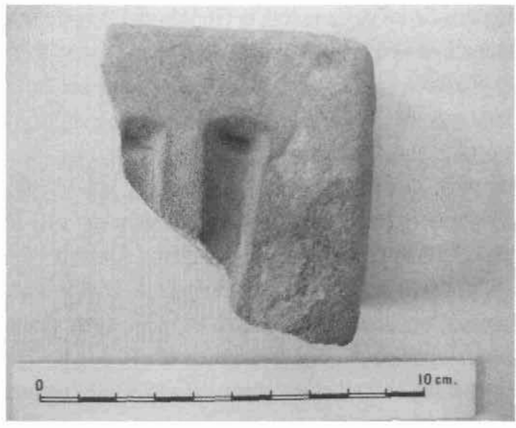


Figura 4. Detalle del fragmento de un molde de arenisca destinado a fundir hebillas de cinturón, correspondiente a la zona de los garfios.

LA PIEZA CERÁMICA

El otro objeto relacionado con la fundición de objetos ornamentales (ref. MC-03-30.322-3-1) es un molde cuadrangular de tamaño muy reducido (2,6 x 2,8 x 1,25 cm) de color gris (figura 5). Apareció dentro del poblado (sector 5d), en una pequeña fosa de 50 cm de diámetro, amortizada entre el último cuarto del s.V y mediados del s.IV a.C., a la que se encontraba asociada una losa.

Ha sido caracterizado analíticamente por parte del Dr. Salvador Rovira mediante FRX, determinando que se trata de una materia cerámica extremadamente depurada y bien cocida. El mismo procedimiento analítico permitió reco-

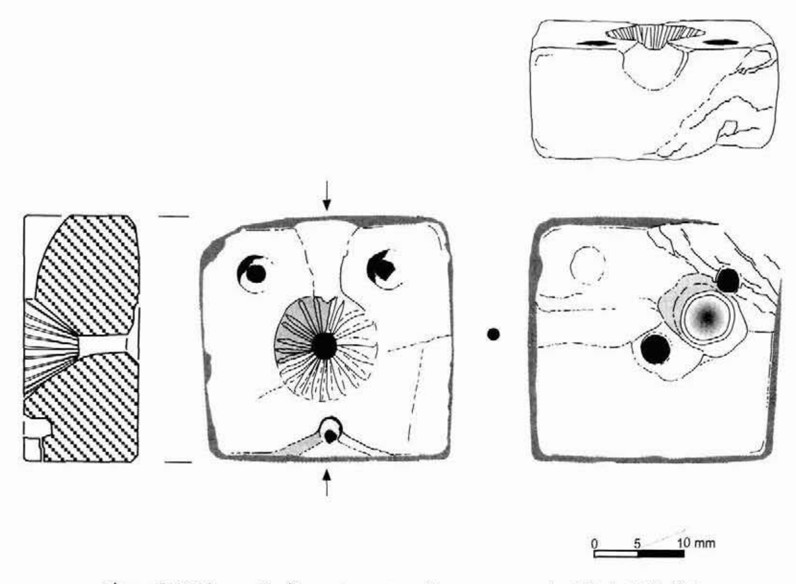


Figura 5. Molde para fundir cuentas y otros objetos ornamentales (dibujo: X. Carlús).

nocer trazas metálicas en la superficie relacionables con la fundición de bronce, lo que nos hizo descartar que se tratase de un instrumento de orfebre, hipótesis que consideramos inicialmente debido a la singularidad y reducido tamaño de la pieza.

Estaba destinado a la fundición de pequeños elementos por ambas caras. La matriz principal producía cuentas bicónicas decoradas con líneas en relieve. Tiene forma de embudo, presenta 1,2 cm de diámetro máximo y 0,3 cm de diámetro mínimo y atraviesa completamente la valva. La superficie de la parte cónica está surcada por finas incisiones rectilíneas convergentes. El bebedero desemboca en ella y ambos elementos se oscurecieron debido al uso.

Para elaborar las cuentas se requería otra valva idéntica y un tercer elemento que actuara como núcleo, insertado transversalmente. De este modo los productos resultantes estarían parcialmente huecos y podrían ensartarse. El encaje preciso de las valvas se aseguraría con la ayuda de tres elementos complementarios: las pequeñas perforaciones que presenta la pieza recuperada. Están distribuidas de manera simétrica, dos en la parte superior y la tercera en el centro de la inferior, en posición intermedia, formando un hipotético triángulo, casi equilátero. Las dos perforaciones superiores se diferencian de la inferior al ser ligeramente más grandes (miden 0,4 cm de diámetro) y por atravesar la pieza de lado a lado. En su interior se ha conservado materia orgánica carbonizada. La tercera perforación mide 0,2 cm de diámetro, sólo atraviesa parte de la valva y está vacía.

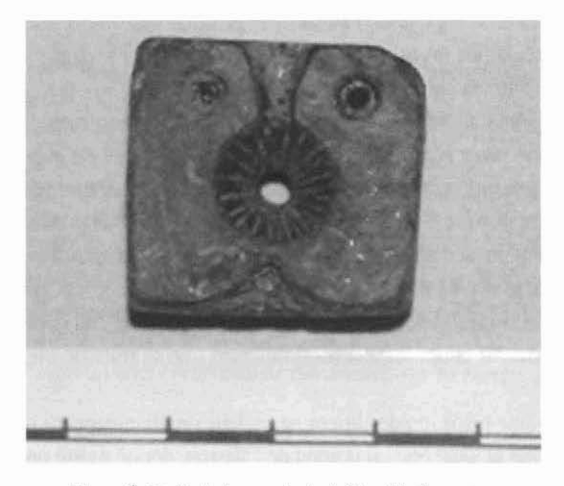


Figura 6. Detalle de la cara principal del molde de cuentas.

Hemos de suponer que durante el proceso productivo, los orificios que ahora están rellenos de carbón se mantuvieron alineados con los correspondientes de la valva complementaria gracias a la inserción de unas finas varillas de madera, mientras que en el orificio inferior se encajaba una protuberancia procedente de la valva contraria. Se trata pues de un sistema de sujeción complejo y que denota afán de precisión.

La otra cara de este molde también incluye una matriz de fundición pero distinta de la ya descrita, por lo que respecta a morfología, funcionalidad y la calidad de la manufactura. Está situada en un lateral de la pieza, aprovechando el espacio que queda entre los dos agujeros de fijación y el de la matriz principal y queda orientada transversalmente a la misma. Su factura, en comparación con la de ésta, resulta algo grosera. Por todo ello, parece un reaprovechamiento de la valva destinada previamente o de manera prioritaria a la producción de cuentas. Hay que indicar además que la pieza se halla ligeramente incompleta por esta parte, ya que ha perdido uno de los ángulos.

Presenta una fina acanaladura rectilínea que desemboca en otra anular. En el centro se aprecia una depresión más profunda semiesférica. Su interpretación es problemática: si correspondiese a una aguja de cabeza anular como parece a simple vista, el vástago sería anormalmente corto, por lo que el canal longitudinal puede no ser más que la entrada del metal para la verdadera matriz, situada en su extremo. En cuanto a las trazas de uso, son muy poco evidentes ya que se limitan a cierto ennegrecimiento de la zona anular y de la depresión central. La identidad de los productos que podía obtener (anillas y/o elementos semiesféricos) resulta pues bastante imprecisa. No descartamos que se trate de elementos semimanufacturados destinados a ser transformados manualmente en una segunda fase de trabajo para darles forma definitiva de manera individualizada.

CONCLUSIONES

El instrumental de broncista de Mas Castellar de Pontós que hemos presentado amplía el conocimiento relativo al artesanado metalúrgico ibérico, tanto desde el punto de vista puramente tecnológico como desde el económico. Estas piezas documentan la existencia de una producción local destinada a elaborar un repertorio diversificado de pequeños objetos ornamentales que aplicaba distintas soluciones técnicas, en función de sus necesidades. En el caso de las hebillas de cinturón se utilizó gres o arenisca de grano muy fino como para la gran mayoría de los moldes protohistóricos catalanes (Rauret 1976; Rovira 1992; 1993; Rovira *et alii*, 2003). Sus cualidades refractarias, la facilidad con que se trabaja y la buena calidad de los productos metálicos que genera hizo que en general esta litología fuera muy valorada por la metalurgia antigua.

Los fragmentos de gres de Mas Castellar de Pontós estudiados son especialmente significativos porque a pesar de que las hebillas de bronce de placa romboidal o trapezoidal con escotaduras y garfios están muy difundidas a nivel geográfico y cronológico por todo el territorio ibérico catalán, hasta ahora no se tenían datos que avalasen tan claramente su producción regional[1]. Contribuyen, por consiguiente, a aclarar[2] la polémica sobre el lugar de creación de estas piezas, que tradicionalmente se han correlacionado con hipotéticas grandes áreas de producción peninsulares a partir de estudios tipológicos y de distribución territorial de las numerosas variantes y con distintas teorías referentes a la filiación cultural de los modelos (Parzinger, Sanz 1986; Jiménez 2003), pero de los que tenemos pocos datos de tipo arqueometalúrgico. Por ahora los análisis confirman que se trata de piezas de fundición, hechas con bronce binario (Cu+Sn).

Constatamos por otro lado que estos moldes líticos se usaban simultáneamente para elaborar otros elementos de menor entidad como las anillas al igual que en la zona de Ullastret, donde existe un conjunto destacable de moldes de gres (Rovira 1993, 85-86). En cambio, no conocemos paralelos para el molde cerámico de cuentas como el hallado en Mas Castellar. Se trataría de una pieza excepcional entre las comunidades íberas del nordeste, en todos los aspectos (material, características formales, técnicas y funcionalidad). Destaca el esmero puesto en su realización, lógico si servía fundamentalmente para crear delicados objetos ornamentales y para ello se eligió un material que también podía ser trabajado fácilmente y que sobretodo, permitía conseguir un mejor acabado de la producción que el de los moldes líticos. Ciertos rasgos como su sofisticación técnica, la falta de paralelos metálicos o incluso su peculiar contexto de aparición nos llevan a considerarlo un objeto muy exclusivo, alejado de la tradición local.

[1] Los moldes para hebillas de cinturón son prácticamente desconocidos en el mundo ibérico septentrional ya que existen muchas dudas sobre si la pieza encontrada en el Turó de las Maleses de Montcada i Reixac (Barcelona) de los s.III-II a.C. (DURAN *et alii*, 1987,84) es realmente una pieza de este tipo inacabada y las piezas de cronología anterior como el de La Pedrera o el de la Ferradura (RAURET 1976, 108-110) se identificaron con reservas o no corresponden a piezas de placa poligonal con varios garfios como las vistas en Mas Castellar de Pontós.

[2] Actualmente se encuentra en curso el estudio geológico de las piezas con el objetivo de determinar la procedencia de las litologías, lo que contribuirá a conocer otros aspectos vinculados a esta producción.

BIBLIOGRAFÍA

- **Cela, X., Noguera, J. y Rovira, M.C. (1999):** "Els materials arqueològics del jaciment ibèric del Coll del Moro de Serra d'Almos (Tivissa, Ribera d'Ebre). Col.lecció del Museu Comarcal Salvador Vilaseca de Reus. *Pyrenae*, 30, 91-121.
- **Cerdeño, M.L. (1978):** "Los broches de cinturón peninsulares de tipo céltico". *Trabajos de Prehistoria*, 35, 279-304.
- **Duran, M., Huntingford, E. y Diez, J.J. (1987):** *Montcada i el seu entorn: Guia Histórico-Artística*. Estudis Monogràfics del Museu de Montcada, nº1, Ed. Museu Les Maleses de Montcada i Reixac, Barcelona.
- **Jiménez, J. (2003):** "Las sandalias de Apolo. Sobre el origen griego de los cinturones "célticos". *Archivo Español de Arqueología*, 76, 31-46.
- **Martín, M.A. y Genís (1993):** "Els jaciments ibèrics del Puig de Serra (Serra de Daró) segles VI-IV a.C." *Estudis del Baix Empordà*, Institut d'Estudis del Baix Empordà.
- **Parzinger, H. y Sanz, R. (1986):** "Zum Ostmediterranen Ursprung einer Gürtelhakenform der Iberischen Halbinsel". *Madrider Mitteilungen*, 27, 169-195.
- **Pons, E. (1976):** "Sivelles de cinturó de taló rectangular i placa poligonal trovadse al N.E. de Catalunya". *Cypsela*, II, 91-119.
- **Pons, E., Fernández, M.J., González, H., López, A., Martín, A. y Fuertes, M. (2002):** "Els objectes ceràmics no recipients, els petits contenidors i els objectes no ceràmics", En Pons, E. (dir.) *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibérica (Excavacions 1990-1998).* Sèrie Monográfica, 21, Girona, Museu d'Arqueologia de Catalúnya, 369-410.
- **Rauret, A.M. (1976):** *La metalurgia del bronze en la Península Ibérica durante la Edad del Hierro*. Publicaciones Eventuales, 25, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- **Rovira, M.C. (1992):** "Recursos minerals i producció metal.lúrgica a l'Empordà durant la protohistòria". *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 311-328.
- **Rovira, M.C. (1993):** "Estudi arqueometal.lúrgic de l'Illa d'en Reixac - Ullastret (Baix Empordà)". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 3, 65-149.
- **Rovira, M.C. (2002):** "Els objectes metàl.lics". En Pons, E. (dir.) *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibérica (Excavacions 1990-1998).* Sèrie Monográfica, 21, Girona, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 333-367.
- **Rovira, M.C. (2002a):** "La producció metal.lúrgica". En Pons, E. (dir.) *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibérica (Excavacions 1990-1998).* Sèrie Monográfica, 21, 523-529.
- **Rovira, M.C., Pons, E. y Martín, A. (2003):** "Metallurgical production in Catalonia (N.E. Spain) during the Iron Age: technical and social significance", *International Conference Archaeometallurgy in Europe*, 2, Milano, Associazione Italiana di Metallurgia, 185-197.
- **Ruiz Zapatero, G. (1985):** *Los Campos de Urnas de la Península Ibérica. Tesis Doctoral.* Universidad Complutense de Madrid.

Piezas de insuflación de aire del proceso metalúrgico en el Noreste peninsular durante el período ibérico

N. Molist, A. Ros, J.M. Bosch, J. Mestres y Mª.R. Senabre
Museu d'Arqueologia de Catalunya
nmolist@gencat.net

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es centrarnos en la revalorización de un tipo de material, las toberas de fuelle o piezas de insuflación, que puede proporcionar abundante información sobre el proceso metalúrgico. De hecho, en el conjunto histórico de Olèrdola (Olèrdola, Barcelona) ha sido el descubrimiento de una pieza de este tipo el que nos permite hablar de procesos metalúrgicos, ya que algunos tipos de metalurgia son bastante discretos y complejos de detectar.

Durante el período ibérico pleno se documentan diversas piezas de este tipo que se distribuyen en yacimientos del ámbito mediterráneo: Olèrdola (Olèrdola), Castellet de Banyoles (Tivissa), La Bastida d'Alcuses (Moixent), Piuró del Barranc Fondo (Maçalió) y la Monravana (Llíria), aunque revisamos también otras toberas de fuelle de cronología anterior (de tipo fenicio) o ámbitos griegos (de tipo ampuritano).

A partir del estudio del caso concreto de Olèrdola aportamos nuevos datos a la metalurgia ibérica especialmente referidos a la transformación secundaria de los metales en poblados.

Palabras clave: fuelle, metalurgia ibérica, pieza de insuflación de aire, tobera.

ABSTRACT

The aim of this paper is to focus on the re-evaluation of a type of material-bellow tuyere or insufflation components, which can provide us with abundant information on the metallurgical process. In fact, in the Olèrdola historical complex (Olèrdola, Barcelona Province), it was the discovery of a piece of this type that allowed us to speak of metallurgical processes, given that some types of metallurgy are quite discreet and difficult to detect.

We have found various pieces of this type from the height of the Iberian period in the Mediterranean area archaeological sites-Olèrdola (Olèrdola), Castellet de Banyoles (Tivissa), La Bastida d'Alcuses (Moixent), Piuró del Barranc Fondo (Maçalió) and La Monravana (Llíria), although we also revise other bellow nozzles with an earlier chronology (Phoenician-type) or from Greek contexts (Ampuritan-type).

By studying the specific case of Olèrdola we are able to contribute new information to the study of Iberian metallurgy, particularly in terms of the secondary conversion of metals in settlements.

Key words: *air insufflator, bellows, Iberian metallurgy, tewel, tuyere.*

INTRODUCCIÓN

Los procesos metalúrgicos dejan diversos rastros perceptibles arqueológicamente, tales como los propios hornos, las escorias -metálicas o no-, moldes y herramientas, de los cuales existe una amplia bibliografía que aumenta y se enriquece a medida que se obtienen nuevos datos, que se experimenta con los procedimientos y se realizan análisis metalográficos de objetos metálicos y escorias[1].

[1] Es imposible citar los múltiples trabajos realizados en torno a la metalurgia protohistórica, por lo que seleccionamos algunos de los estudios con visiones globales y metodología analítica, como los de Serneels (1998), Feuègere i Serneels (1998a y b -dirs-), Frère-Saulot (1998 -dir-), Rovira Hortalà (1998, 2000 a i b), Rovira Llorens (2000), Ferrer Eres (2000), Ploquin (2001).

En este trabajo nos centraremos en la revalorización de un tipo de material que puede proporcionar abundante información sobre el proceso metalúrgico pero de presencia hasta ahora muy limitada. De hecho, en el conjunto histórico de Olèrdola (Olèrdola, Barcelona) ha sido el descubrimiento de una pieza de este tipo el que nos permite hablar de procesos metalúrgicos, ya que algunos tipos de metalurgia son bastante discretos y complejos de detectar, tal como señala Dunikowski *et alii* (1998).

Por ello recogemos un elemento, pieza de insuflación de aire o tobera de fuelle doble, del cual existen documentadas diversas piezas que se distribuyen en yacimientos ibéricos del ámbito mediterráneo, revisando a su vez piezas de insuflación de cronología anterior y posterior (fig. 1).

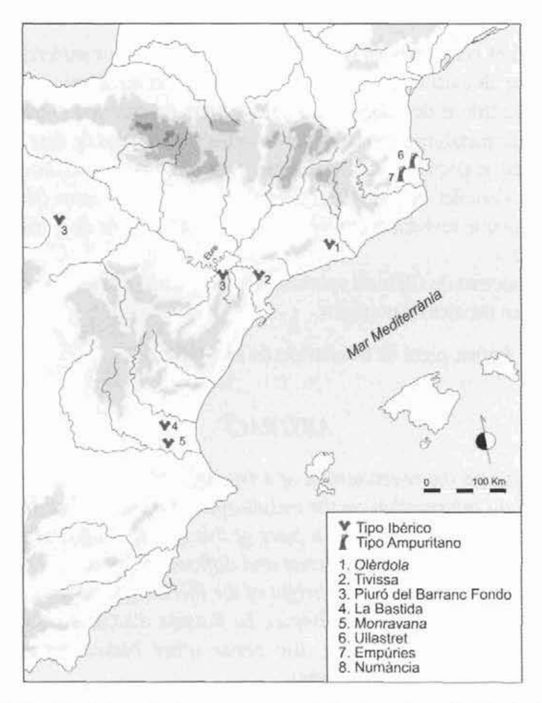


Figura 1. Mapa de distribución de los yacimientos con presencia de piezas de insuflación de aire y toberas ibéricas.

Se trata de una pieza que forma parte del conjunto de elementos destinados a aportar aire para la combustión rápida y permanente del horno. El primer elemento sería el fuelle o fuelles, que pueden ser dobles para garantizar un flujo constante de aire al ser accionados de forma alternativa, elaborados con piel[2] o con piel y tablas de madera (como los ejemplares modernos). El extremo distal del fuelle va acoplado y sujeto[3] a una pieza de insuflación de aire (de cerámica en la antigüedad y más modernamente de metal, también denominada tobera) que, a su vez se acoplaría a otra pieza (tobera) o directamente a una apertura practicada en la pared del horno. Entre las dos piezas puede usarse un cuarto elemento que las comunicaría entre sí y conduciría hasta el fuego el aire impulsado por los

[2] Tal como podemos observar en la imagen recogida en la entrada *Follis* del Dictionnaire des Antiquités (Daremberg y Saglio 1896) procedente de un vaso griego del siglo V a.C.

[3] La mayoría de toberas presentadas en el presente trabajo presentan rebordes o hendiduras más o menos prominentes que parecen altamente adecuados para la sujeción de una pieza mediante cuerdas.

fuelles (portavientos o *canó de burro* en catalán) que al ser con probabilidad de material perible no dejaría rastro arqueológico, lo mismo que el fuelle (fig. 2).

A nuestro entender, es necesario separar terminológicamente y funcionalmente las toberas. La denominación tobera puede definir, como hemos visto, dos tipos de piezas relacionadas con la conducción de aire al horno metalúrgico. En la bibliografía se describe habitualmente bajo el nombre de tobera[4] un tipo de pieza de tubo simple o doble relacionado con el proceso de fundición, cuya función sería comunicar el exterior con el interior del horno para conducir el aire y que formaría parte de este último. Uno de sus extremos, por tanto, estaría en contacto con las altas temperaturas del interior del horno y cabe suponer que habría de presentar una superficie rubefactada o considerablemente alterada.

Las piezas que presentamos suelen recibir así mismo el nombre de tobera[5], aunque el más correcto -induciendo menos a error- sería el de pieza del sistema de insuflación de aire. Se ha usado también en la bibliografía la denominación toberas de fuelle, para diferenciarlas de las de horno. Esta pieza, como hemos comentado, pondría en conexión uno o dos fuelles -dependiendo si tienen una o dos entradas, una para cada fuelle- con la tobera de la pared del horno, bien directamente bien a través de otro tubo (portavientos). Es, por tanto, independiente del horno, transportable de un lugar a otro y no está en contacto con la cámara de combustión.

PIEZAS DE INSUFLACIÓN DE AIRE IBÉRICAS

En la Protohistoria peninsular se encuentran diferentes piezas de insuflación o toberas. Los primeros ejemplos se encuentran en piezas del Sur de la Península y factorías fenicias como la Fonteta, en una cronología del siglo VII-VI a.C. Durante el período ibérico pleno se documentan diferentes ejemplares en Olèrdola, Tivissa, La Bastida de les Alcuses, Piuró del Barranc Fondo y la Monravana (figs. 2 y 3), siendo la mayoría referencias bibliográficas antiguas y que no acostumbran a ir acompañadas de la descripción del contexto del hallazgo:

- Olèrdola (Olèrdola)

  Pieza prácticamente entera. Presenta dos piezas unidas en forma de "V", de forma cilíndrica con la parte superior ligeramente abierta y con perforación central. Las medidas son 150 mm de largo por 190 mm de ancho máximo y 61 mm de diámetro. Elaborada a mano, la arcilla presenta un color rojizo, ligeramente ennegrecido en uno de los lados, con abundante desengrasante. Más adelante desarrollaremos el contexto arqueológico de esta pieza.

- Castellet de Banyoles (Tivissa)

  Pieza en forma de V de 170 mm de longitud y 215 de ancho, con 105 mm desde el pico hasta la separación de las bocas. El diámetro de estas es de 75 mm (Vilaseca 1945, fig. 1, lám. 1). La revisión de los materiales procedentes del barrio donde apareció esta pieza otorgan una cronología al conjunto que va *grosso modo* desde mediados del siglo IV a.C. a finales del siglo II a.C. (Asensio *et alii* 1997, 187).

- La Bastida de les Alcuses (Moixent)

  Pieza incompleta pero que se intuye doble (Vilaseca 1945, fig. 45; Fletcher *et alii* 1965, 243, fig. 23). Apareció en el Departamento 49, bastante rico en metales, aunque sin asociarse a ningún horno. Tiene 100 mm de largo, por 76 de ancho y 50 mm de grueso. El número de inventario es B. 1496. En el mismo departamento aparece abundante metal.

[4] Según el Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española (1970), una tobera es una obertura tubular por donde entra el aire que se introduce en un horno o en una forja.

[5] La Enciclopedia Universal Ilustrada (Espasa-Calpe) recoge el término tobera en la entrada "fuelle" (EUIEA 1929, vol. 24, 1455, k).

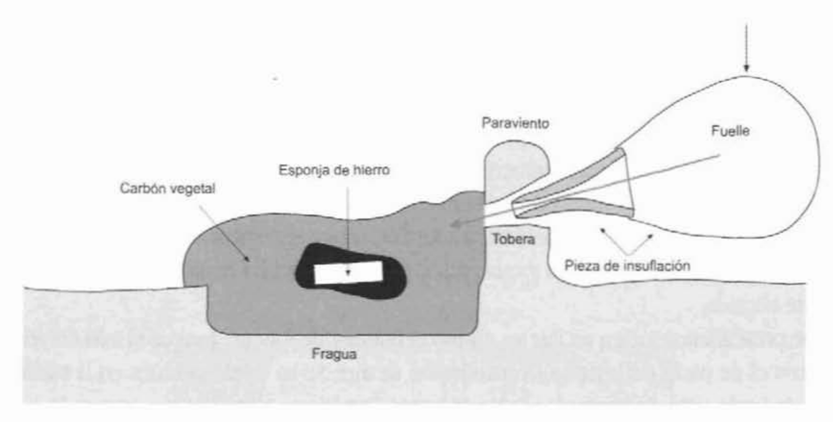


Figura 2. Sección hipotética del funcionamiento de un horno metalúrgico y la posición de la pieza de insuflación de aire.

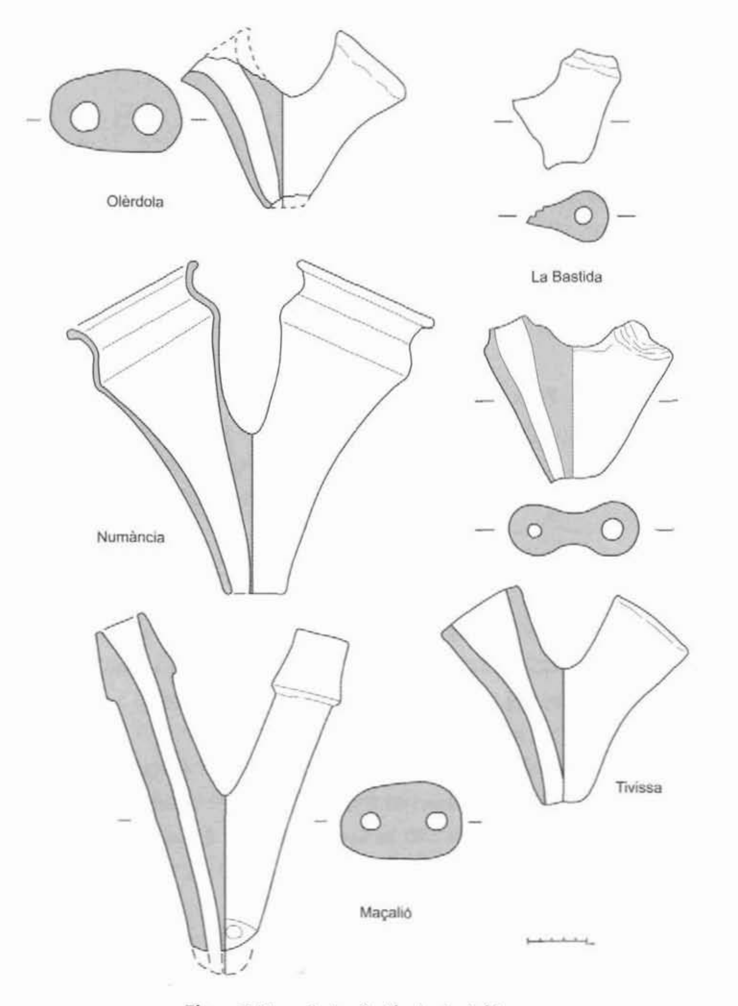


Figura 3. Piezas de insuflación de aire ibéricas.

Pieza doble bastante completa. Publicada por Salvador Vilaseca (1945, fig. 4), no fue nunca publicada por los directores de la excavación de la Bastida de les Alcuses, y por tanto desconocemos el contexto arqueológico. En la clasificación tipológica de la cerámica ibérica se ha clasificado dentro del subtipo 7.8 (Mata-Bonet 1992, fig. 28, 11).

Piuró del Barranc Fondo (Maçalió)

Pieza doble con forma de un tubo en "V", bastante completa aunque le falta el extremo inferior. Está realizada a mano, pero su factura es muy fina y espatulada. Las medidas son 270 mm de altura y 205 mm de anchura máxima. El diámetro de los tubos es de 45 mm (Vilaseca 1945, 79, lám. 6). Podría corresponder a la colección Vidiella. El Piuró del Barranc Fondo se ha excavado en diversas ocasiones (Bosch Gimpera 1915, 836-837). Se trata de un pequeño poblado cerrado con calle central, con muros y muralla perimetral de tamaño similar con una finalidad claramente defensiva. Según Moret se dataría entre el 600 y el 300 a.C. (1996, pág. 429-430).

La Monravana (Llíria)

Salvador Vilaseca señala la existencia de una tobera que jamás ha sido publicada, a partir de la comunicación de Domingo Fletcher Valls (Vilaseca 1947, 166). La Monravana es yacimiento poco conocido que se dataría según Pierre Moret (1996, pág. 464) entre los años 400 y 50 a.C.

‌A PIEZA DE INSUFLACIÓN DE AIRE IBÉRICA DE OLÈRDOLA. CONTEXTO DEL HALLAZGO

En el transcurso de la campaña de excavación y restauración del año 2003 en la zona de entrada al recinto amu-'allado del conjunto histórico de Olèrdola (sector 01)[6] fue localizada una pieza de insuflación de aire de un horno netalúrgico (fig. 4). Esta pieza fue hallada en la habitación 3, en un potente estrado formado por el derrumbe e ncendio de un techo o piso superior (ue 8366). Esa habitación se halla cerca de la entrada al poblado, siendo la)ared de fondo la propia muralla de época pre-ibérica. Las complejas circunstancias de la intervención en este sec-or han dificultado sin duda la identificación morfológica y funcional del espacio[7], pudiéndose documentar únicanente dos muros de cierre la muralla por el noreste (ue 11000) y la pared situada al sudeste (ue 8325)[8].

En cuanto a las estructuras localizadas en la habitación 3, se hallan la mayoría inconexas debido, como ya hemos :xpuesto, a las circunstancias de la excavación, disponiendo únicamente de los datos proporcionados por los testi-;os. Así pues, bajo el derrumbe del techo, se localizó un nivel de pavimento (ue 8404) con una zona circular rube-'actada, en cubeta, compuesta por dos círculos concéntricos de arcilla de distinto color, que podría atribuirse a un ıogar (ue 8439). En los trabajos de años anteriores (años 1996 y 1998) se documentaron otros elementos relacio-ıables: a) una estructura circular con obra de piedra con una única cara vista al interior (ue 10063, amortizado en a segunda mitad del s. I a.C.) que podría recoger las aguas procedentes de los canales de la tintorería/adobería situa-la junto a la habitación 3 o actuar como depósito para templar los metales en el proceso metalúrgico; b) un hogar

[6] Olèrdola, actualmente una de las sedes del Museu d'Arqueologia de Catalunya, se halla situada a unos 60 kilómetros al sur de Barcelona. El asentamiento ocupa un cerro situado en el macizo costero del Garraf desde el cual se posee un amplio dominio de la planicie del Penedès y de la vertiente meridional del Garraf (Bosch *et alii* 2003 a, Alvarez *et alii* 1991, Molist 2000)

[7] Excavaciones de los años 20, 40 y 80 del siglo XX con sondeos y apertura de grandes cuadros con aplicación de "distintos" métodos de registro -nuestra intervención se ha centrado en el desmontaje y excavación de los testigos-; amplia y compleja secuencia cronológica desde el Calcolítico hasta la época medieval y alteraciones modernas. En 2003 se excavó un espacio situado entre un muro medieval correspondiente a una edificación datable entorno el siglo XII y la muralla de inicio de la Edad del Hierro, reutilizada en época ibérica. El espacio intervenido en si no debía sobrepasar los 2 m^2 y correspondería al espacio posterior de la habitación. Cabe destacar que este espacio se vio menos alterado que el resto de la habitación por las remodelaciones posteriores y no está afectado por ningún silo medieval, lo que ha permitido recuperar una estratigrafía intacta, a excepción de una pequeña cubeta de época romano-republicana.

[8] Por los dos lados restantes podía haber contado con amplias aperturas, teniendo en cuenta que se halla al lado mismo de la puerta de entrada.



Figura 4. Olèrdola (Alt Penedès, Barcelona).
Planta de la habitación 3 con la localización de los distintos elementos identificados y relacionados en el texto.

(ue 1125, posiblemente de una segunda fase del espacio artesanal), también dispuesto en una cubeta y con varias capas de arcilla rubefactada y endurecida y c) zonas rubefactadas (ue 10068 y 8087).

La cronología de este espacio nos viene determinada por el derrumbe, que cabe situar entorno a la primera mitad del siglo II a.C. en base al conjunto vascular y en concreto a la cerámica Campaniense A Antigua (con un ejemplar de la forma Lamb. 33/Morel F 2974, 2985). A tenor de la dinámica general de funcionamiento de la fase relativa al ibérico pleno, el supuesto taller podría tener su inicio en la segunda mitad del siglo IV a.C., perdurando a lo largo del siglo III a.C.[9]

Difícilmente podemos atribuir una funcionalidad específica a este espacio a partir de una sola pieza arqueológica[10]. Aún así, la posibilidad de identificar este espacio como un taller metalúrgico o siderúrgico no nos parece de entrada descartable[11]. A su favor tiene la localización de la pieza de insuflación, las diversas zonas rubefactadas y el depósito de agua, así como dos hogares "singulares". Contrariamente no se ha identificado ningún horno metalúrgico (que podría estar situado en uno de los cuadros excavados y de los cuales no disponemos de información) y sólo se localizó una escoria de aspecto vítreo (campaña 2003)[12].

CONCLUSIONES

La localización de piezas del sistema de insuflación de aire en yacimentos arqueológicos es un hecho poco habitual, el uso de las cuales intuimos a partir especialmente de los ejemplos etnográficos. El conjunto de piezas ibéricas aquí presentado, aún siendo escaso es sumamente representativo e ilustrativo del proceso metalúrgico[13]. A modo de ejemplo, mencionar la inexistencia de estas piezas en talleres metalúrgicos romanos como el de La Comme Philippe -con numerosas toberas de horno- (Mangin 1992, 47-48) o el yacimiento merovingio de Les Boulies (Ju. Suïssa) -con un millar de fragmentos de toberas de horno relacionados con un taller de reducción de mineral (Eschenlohr i Serneels 1991).

Existen varios tipos de piezas de insuflación de aire o toberas asociadas al proceso metalúrgico durante la Protohistoria peninsular. A pesar de la complejidad de los datos proponemos su clasificación en los siguientes tipos[14]:

- Pieza de insuflación de aire o tobera de fuelle prismática de **tipo fenicio** (siglo VII a.C.) con ejemplos en el Sur peninsular (Toscanos) y en la Fonteta (Schubart 1982). En algunas ocasiones presenta sección oval. Se trata del tipo más sencillo y puede ser tanto simple como doble.
- Tobera de codo de **tipo ampuritano** de perforación única (siglos V-IV a.C.). Podían tener una doble funcionalidad: tobera y soporte (Ruiz de Arbulo 1989, 316-317).

[9] La preparación del pavimento, que no aportó materiales datables, se asienta sobre los niveles de inicios de la Edad del Hierro, con cerámicas a mano acanaladas como característica de esta etapa.

[10] En primer lugar, destacar que al ser una pieza independiente del horno su ubicación no indica necesariamente la identificación de un taller en el mismo ámbito donde se ha hallado, sino que pudiera hallarse en este espacio por razones que se nos escapan. Cabe considerar también el factor que puede ser una pieza ya amortizada, puesto que se halla parcialmente rota por uno de sus extremos.

[11] En este mismo sector de excavaciones, en niveles superiores a los descritos, se ha documento la existencia de un horno de refundición de una campana de bronce (de época postmedieval-) y la presencia de restos de trabajo siderúrgico de época altomedieval (BOSCH *et alii* 2003b).

[12] Agradecemos a Carme Rovira sus sugerencias al respeto, ya que ella supone que la inexistencia de escorias en los talleres metalúrgicos puede ser atribuible a la continua limpieza y probable reutilización. Cabe esperar que la criba de los sedimentos del nivel de pavimento y derrumbe del ámbito 3 aporten nueva información.

[13] La caracterización de las piezas descritas se ve dificultada por las referencias bibliográficas -la mayoría antiguas y sin contexto claro que permita asociarlas directamente con talleres metalúrgicos.

[14] No incluimos en esta clasificación las toberas de tipo bloc-tuyère, bien conocidas en el centro de la Galia desde el principio del siglo II a.C. hasta el fin del I d.C. (Orengo *et alii* 2000, 132).

- Pieza de insuflación de aire o tobera de fuelle en forma de "V" de **tipo ibérico** (siglos IV-III a.C.). Relacionado con este tipo podría diferenciarse un subtipo numantino, realizado a torno, que ha proporcionado un número importante de ejemplares en una datación tardía (siglo I a.C.) (Wattenberg 1963, 168-168 y tabla XIV-XV) (fig. 3).[15]

La distribución del tipo ibérico en "V" abarca el País Valenciano, la zona del Ebro y la costa central de Catalunya. Los ejemplares de Olèrdola, Tivissa y La Bastida de les Alcuses, con un contexto mejor conocido, se enmarcan en una cronología de ibérico pleno.

Sorprende la simplicidad de las estructuras que acompañan a estos objetos: fosas de combustión excavadas en el suelo, a veces de difícil identificación, por lo que quizás existan más estructuras de procesado metalúrgico no detectadas tras la interpretación del registro arqueológico, confundidas con zonas de transformación de alimentos (Rovira Hortalà 1999, 237; Guérin 2003, 17).

Los ejemplos de Olèrdola y Tivissa coinciden en la ubicación de las producciones artesanales en la entrada de los poblados. En el caso de Olèrdola, datos arqueológicos más recientes, como el descubrimiento de una adobería, configuran la existencia de un sector industrial situado en la entrada durante el período ibérico pleno.

El proceso metalúrgico se iniciaría en las zonas de explotación. Conocemos asentamientos metalúrgicos especializados como Les Guàrdies (El Vendrell), donde se obtendría el metal y se realizaría la transformación primaria del mineral o primera fundición que proporcionaría lingotes o varillas preparadas para la forja de objetos, pero que, curiosamente, no han proporcionado restos de toberas ni piezas de insuflación (Morer, Rigo 1999). Posteriormente se transformarían estos lingotes o varillas en piezas manufacturadas o se utilizarían en las reparaciones de herramientas. Este trabajo podría realizarse tanto en los propios núcleos especializados como en los núcleos de hábitat como Olèrdola, Tivissa o la Bastida.

Por lo que respecta al origen para las piezas de insuflación para fuelles ibéricos en "V" resulta complejo plantear una hipótesis. A pesar que cronológica y geográficamente son más cercanas las toberas ampuritanas, tipológicamente se aproximan a las toberas fenicias que presentan un carácter más funcional aunque menos estético que las piezas griegas.

BIBLIOGRAFÍA

- **Alvarez, R., Batista, R., Molist, N. y Rovira, J. (1991):** La muralla del Bronze Final i d'època ibèrica d'Olèrdola (Olèrdola, Alt Penedès), *Simposi Internacional d'Arqueologia ibèrica. Fortificacions. La problemàtica de l'ibèric plè (segles IV-III a.C.)*, (Manresa, 6-9 desembre 1990), Manresa, 152-158.
- **Asensio i Vilaró, D., Cela Espín, X. y Ferrer, C. (1997):** Els materials ceràmics del poblat de ibèric del Castellet de Banyoles (Tivissa). Col·lecció Salvador Vilaseca de Reus, *Pyrenae*, 27, 163-191.
- **Bosch Gimpera P. (1915):** Campanya arqueològica de l'Institut d'Estudis Catalans al límit de Catalunya i Aragó (Caseres, Calaceit i Maçalió), *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans* V (2), 1913-14 (1915), 819-838.
- **Bosch, J.M., Mestres, J., Molist, N., Ros, A., Senabre, M.R. y Socias, J. (2003a):** Olèrdola i el seu territori en els segles II i I a.C., *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès (El Vendrell, 8-10 novembre 2001), Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental*, Barcelona, 349-361.
- **Bosch, J.M., Mestres, J., Molist, N., Senabre, M.R. y Socias, J. (2003b):** Objectes, eines i metal.lúrgia medieval i moderna al Castrum Olerdula, *Seminari Eines i instrumental metàl.lic (s. V-XV d.C.)* (L'Esquerda, Roda de Ter, 13 i 14 de juny de 2002), Roda de Ter, 13-23.
- **Daremberg, M.CH. y Sagilio, EDM. (dir) (1896):** *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*, Paris, lib. Hachette.

[15] Al respecto Blas Taracena (1946) consideraba que la fina factura de estas piezas desautorizaba su utilización industrial.

- **Dunikowski, C. *et alii*, 1998:** Des déchets arquéométallurgiques: quels indices pour une forge?, *in Actes du colloque* (Poitiers 28-30 septembre 1995), Ed. Monique Mergoil, Montagnac, 145-152.
- **Eschenlohr, L. y Serneels, V. (1991):** les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, Les Boulies (Ju/Suisse), col.*Cahier d'Archéologie Jurassienne* 3, Ed. Office du Patrimonie Historique, Porrentruy.
- **Ferrer Eres, M.A. (2000):** La metalurgia ibérica del hierro: una aproximación a través de la interpretación arqueométrica, *II Reunió sobre economia en el món Ibèric: Ibers. Agricultors, artesans i comerciants* (València, 24-27 de novembre de 1999), Saguntum-PLAV. extra 3, 283-290.
- **Feugère, M. y Serneels, V. (dirs.) (1998b):** Recherches sur l'économie du fer en Méditérranée nord-occidentale, *Monographie Instrumentum* 4, Montagnac.
- **Feugère, M. y Serneels, V. (1998a):** Production, commerce et utilisation du fer entre l'Ébre et le Rhône, *in* Feugère, M., Serneels, V. (dirs.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditérranée nord-occidentale,* Monographie Instrumentum 4, Montagnac, 251-262.
- **Fletcher, D., Pla, E. y Alcacer, J. (1965):** *La Bastida de les Alcuses (Mogent, València)*, vol. I, S.I.P:, València.
- **Frère-Sautot, M.CH. (dir) (1998):** Paléométallurgie des cuivres, Actes du colloque (Bourg-e-Bresse et Baume, 17-18 octubre 1997), *Monographics Instrumentum* 5, ed. Monique Mergoil.
- **Guérin, P. (2003):** *El Castellet de Bernabé y el Horizonte Ibérico Pleno Edetano*, Serie Trabajos Varios del SIP 101, Valencia.
- **Mangin, M. *et alii* 1992:** *Mines et métallurgie chez les Éduens. Le district sidérurgique antique et médiéval du Morvan-Auxois*, Ed. Université de Besançon, Paris.
- **Mata Parreño, C. y Bonet Rosado, H. (1992):** La cerámica ibérica: ensayo de tipología, *in Estudios de Arqueología ibérica y romana. Homenaje a Enrique Pla Ballester. Serie Trabajos Varios* 89, S.I.P. València, 117-174.
- **Molist, N. (2000):** L'oppidum cossetà d'Olèrdola. L'etapa ibèrica d'un assentament d'ocupació continuada, *L'hàbitat protohistòric a Catalunya, Rosselló i Llenguadoc Occidental. Actualitat de l'arqueologia de l'edat del Ferro,* Sèrie Monogràfica, 19, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, p. 91-105.
- **Morer, J. y Rigo, A. (1999):** *Ferro i Ferrers en el món ibèric. El poblat de les Guàrdies (El Vendrell)*, ed. AUCAT, Barcelona.
- **Moret, P. (1996):** *Les fortifications ibériques. De la fin de l'age du bronze à la conquète romaine*, Col.lection de la Casa de Velazquez 56, Madrid.
- **Orengo, L., Bonnon, J.M. y Bevilacqua, D. (2000):** L'emploi des blocs-tuyères dans les forges antiques du centre de la Gaule (Auvergne, Lyonnais et Forez au Deuxième âge du Fer et à l'époque romaine). Découvertes archéologiques et expérimentation, *in* Feugère, M., Gustin, M. (eds), *Iron Blacksmiths and Tools. Ancient European crafts Acts of the Instrumentem, Conference at Podsreda (Slovenia) in April 1999,* Monografphies Instrumentum 12, Montagnac, 121-135.
- **Ploquin, A. (2001):** Une introducction à la pétrographie des scories paléosidérurgiques, L'obtenció del ferro pel pocediment directe entre els segles IV i XIX, *Actes del 6è curs d'Arqueologia d'Andorra* 2000, Andorra, 289-306.
- **Rovira Hortalà, C. (1998):** Les premiers objets de fer en Catalogne (VIIe-VIe s. av. n. ère), *in* M. Feugère i V. Sernéels (Dirs.): *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Col. *Instrumentum*, nº 4, Montagnac, 45-55.
- **Rovira Hortalà, C. (1999):** La metal.lúrgia, *in* Martín, A.; Buxó, R.; López, J.B.; Mataró, M. (dirs) 1999, *Excavacions arqueològiques a l'illa d'en Reixac* (1987-1992), Monografies d'Ullastret 1, Girona, 225-248.
- **Rovira Hortalà, C. (2000a):** Contribución al conocimiento de la broncística ibérica a partir de materiales de l'Illa d'en Reixac-Ullastret (Gerona), *in* Oliveira, V. (coord. gral.), *Contributos das ciências e das tecnologias para a arqueologia da Península Ibérica. 3º Congresso de Arqueologia Peninsular* (Vila Real, 21-27 de setembro de 1999), vol. 9, Porto, 2000, 161-171.
- **Rovira Hortalà, C. (2000b):** Los talleres de herrero en el mundo ibérico: aspectos técnicos y sociales, *II Reunió sobre economia en el món Ibèric: Ibers. Agricultors, artesans i comerciants* (València, 24-27 de novembre de 1999), Saguntum-PLAV. extra 3, 265-270.
- **Rovira Llorens, S. (2000):** Continuismo e innovación en la metalurgia ibérica, II *Reunió sobre economia en el món Ibèric: Ibers. Agricultors, artesans i comerciants* (València, 24-27 de novembre de 1999), Saguntum-PLAV. Extra 3, 191-208.
- **Ruiz de Arbulo, J. (1989):** Soportes y toberas. Los ejemplares de Emporion, *Archivo Español de Arqueología* 62, Madrid, 315-324.

- **Schubart, H. (1982):** Asentamientos fenicios en la costa meridional de la península ibérica, *Primeras jornadas sobre colonizaciones orientales*, Huelva Arqueológica, VI, 71-100.
- **Serneels, V. (1998):** La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne, *in* Feugère, M. et Serneels, V. (dirs.), *Recherches sur l'économie du fer en Meditérranée nord-occidentale*, Monographie Instrumentum 4, Montagnac, 7-44.
- **Taracena, B. (1946):** Sobre las supuestas bocinas de barro ibéricas y celtíberas, *Archivo Español de Arqueología* XIX, 161-163.
- **Vilaseca, S. (1945):** A propósito de un hallazgo efectuado en el Castellet de Banyoles (Tivissa) y de las supuestas bocinas de dos ramas, ibéricas y celtibéricas, *Boletín Arqueológico de la Sociedad Arqueológica Tarraconense* XLV, 74-81.
- **Vilaseca, S. (1947):** Sobre el uso de toberas dobles de barro por algunos pueblos primitivos actuales, *Crónica del III Congreso Arqueológico del Sudeste Español*, 164-166.
- **Wattenbert, F. (1963):** *Las cerámicas indígenas de Numancia*, CSIC, Madrid.

Estudio de los Exvotos Ibéricos en los Santuarios de Jaén

A.J. Civanto Redruello*, F.A. Corpas Iglesias y F. Lara Fernández***
*Dpto. Ing. Mecánica y Minera. Escuela Politécnica Superior de Linares. Univ. Jaén.
acivanto@ujaen.es - flara@ujaen.es
**Dpto. Ing. Ciencias de los Materiales. Escuela Politécnica Superior de Linares. Univ. Jaén.
facorpas@ujaen.es

RESUMEN

Aún en el día de hoy quedan muchas preguntas sin contestar sobre la cultura que se ubicaron en el alto Guadalquivir a lo largo del primer milenio a.C. De entre los muchos interrogantes, en el presente estudio pretendemos establecer cierta disciplina en torno a los exvotos Ibéricos encontrados en los Santuarios de la provincia de Jaén, centrándonos en el análisis histórico por un lado y en su análisis tecnológico por otro.

La importancia de los yacimientos mineros en la zona va a tener mucho que ver en el desarrollo de estas culturas inicialmente foráneas.

Palabras clave: Análisis tecnológico, Arqueología industrial, Exvotos Ibéricos.

ABSTRACT

Even today, there are many questions without any answer about the cultures located at the upper Guadalquivir through first millenium a.C. Among the many questions in the present study, we mean to establish certain discipline about the Iberian exvotos found in the Santuary of Jaen´s province, basing that in the historical and technological analysis.

The importance of the mining bed in the area is going to develop these cultures initially alien.

Key words: *Iberian exvotos, Industrial archeology, Technological analysis.*

LOS BRONCES IBÉRICOS: HISTORIA Y TECNOLOGÍA

El mundo de los Íberos, plantea al día de hoy numerosos interrogantes y quizás de entre ellos, destaque especialmente el tema que nos ocupa, los exvotos de bronce.

LA CUESTIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA HISTÓRICO

Todo el mundo admite, que a nuestra Península y en su protohistoria, fueron diversas las gentes que llegaron, procedentes sobre todo del Mediterráneo oriental. Prueba de ello son los numerosos vestigios que de unos y otros existen, resaltando los que contienen epigrafías, que demuestran la existencia de diversos alfabetos en nuestra área, coexistiendo en el tiempo, incluso en el espacio.

Una de las primeras inquietudes de la Academia de la Historia fue esta cuestión, por lo que encargó a D José Velázquez un estudio, y que a modo de Ensayo, publicó en 1752. Dicho estudio, siempre basado en vestigios epigráficos de medallas, objetos y monumentos, encuentra influencia de la Grecia antigua, etruscos, arcadios, fenicio

(con diversas variantes) caldeo, hebreo, púnico y samaritano. Con todo ello elaboró tres alfabetos: celtibérico, turdetano y bastulo-fenicio, cada uno con sus zonas de influencia.

Admitida por evidente, la existencia de Cultura Ibérica en buena parte de nuestra Península, con diversidades peculiares y concordancias, también parece claro, que los bronces ibéricos (objeto de nuestro trabajo), aparecen en lugares muy concretos, que los estudiosos del tema denominan Santuarios: Collado de los Jardines (Santa Elena), Castellar de Santisteban, ambos de Jaén y Nuestra Señora de la Luz en Murcia; Dichos lugares constituyen grandes depósitos de estatuillas, y si en otros lugares existe algún hallazgo, este es siempre aislado. Esta cuestión, no es especial de nuestra península, sino que se da en otros lugares, como en Olimpia o Samos.

En estos Santuarios, no tenemos constancia de que existiese una divinidad a la que se dedicarán como ofrendas los exvotos, más bien parece que al amparo de abrigos naturales o cuevas se instalaron estos, en su entorno siempre existía un manantial con posibles virtudes curativas y además grandes bosques considerados sagrados.

La idea de un manantial con sus aguas curativas, nos conduce a otras civilizaciones, como la griega o romana, con sus náyades y ninfas, ríos o fuentes con nombre de divinidad. Así lo recoge Álvarez-Ossorio en un Discurso leído en la Academia, contestando a la recepción como académico de Vicente Castañeda.

Las figuras, que por miles existen, nunca representan divinidades, son simplemente exvotos: figuras masculinas y femeninas, orantes, oferentes, guerreros con sus armas, jinetes, caballos o animales, cuando no partes del cuerpo: manos, brazos, pies, cabezas, etc. Lo que indica que estos iberos, adquirían sus exvotos adecuados a su condición, para depositarlos como ofrendas en el Santuario (manantial, arboleda u otro lugar sagrado), a fin de conseguir su rogativa.

La idea y la realidad de los Santuarios en la Península, trasciende desde el siglo VI a.C. a nuestros días. Que en lo ibérico, tiene su máximo esplendor entre el s. V a.C. y el s. III a.C., y que en cierto modo converge con las primeras manifestaciones de existencia de tecnología de la metalurgia del bronce.

Pijoan, al hablar de la cultura ibérica del sur de Hispania, señala "que en las regiones mineras de Sierra Morena han aparecido centenares de pequeñas esculturas de bronce, de no mucha antigüedad y con una cultura híbrida Ibero-griega.

Estos yacimientos arqueológicos, han sido sometidos a exploración desde muchos años atrás y, en ocasiones, la prospección minera fue la causa de su hallazgo, como ocurrió en el más importante de ellos, en el Collado de los Jardines, en Jaén.

Según cuenta Ignacio Calvo y Juan Cabré en la Memoria de los trabajos de 1916 en el citado Collado de los Jardines, Horacio Sanders, arqueólogo, tomó contacto con la sociedad que llevaba a cabo las prospecciones y les compró sus acciones, llevando a cabo trabajos arqueológicos que dieron resultados, al encontrar numerosas estatuillas, que donó al Museo Arqueológico Nacional, donde se encuentran. Después, continuaron otras exploraciones, Enrique Mackay, Ernesto Abraman, sin olvidar que los lugareños se encargaron de buscar esos muñecos, que los extranjeros pagaban espléndidamente. Así continuaron las cosas hasta la Ley de Excavaciones de 1911, al amparo de la cual, se llevaron a cabo las más importantes excavaciones del lugar, a lo largo de tres años, 1917 a 1919.

Son muchos los interrogantes que aún nos quedan por resaltar, por ejemplo, la gran diferencia en arte de unos exvotos a otros, y sobre ello sería verosímil, que al existir próximo a estos santuarios núcleos de población, algunos talleres de fundición se ubicasen en ellos, donde acudirían gentes de muy diversos lugares y posición social, para adquirirlos, eligiendo exvotos de más o menos coste, que evidentemente coincidiría con su mejor o peor acabado. Piensese, que a la vez que se encuentran figuras de gran detalle fisonómico y de vestimenta, incluso con sus armas o con objetos de ofrenda, también y al unísono, aparecen exvotos de simplicidad extrema, donde eso sí, al menos se insinúa la cabeza y los pies, con los brazos junto al cuerpo y que por su delgadez se les denominan "de alfiler".

No parecen tener mucho fundamento, las teorías que resuelven este interrogante, con la afirmación de que unos y otros pertenecen a distintas épocas.

Estos yacimientos presentan en su entorno restos de épocas anteriores, sobre todo del Paleolítico, y así lo señala Paúl Wernet en una Memoria sobre el Paleolítico inferior de Puente Mocho, hecha en 1916. También el arte rupestre está presente en estas zonas, Despeñaperros es una de las más importantes.

Además, junto a los exvotos aparecen un gran número de objetos, como fíbulas, diademas, objetos quirúrgicos, espadas, cerámica, monedas, sortijas, etc.

Noticias como la que narra el presbítero Miguel Pérez Pastor en su libro sobre "Disertación sobre el Dios endovélico" de 1709, dice: "En Vilches se encontró un grupo de más de trescientos idolillos enlazados en unos alambres, y entre estos había una espada falcata".

Estas zonas que ubican los Santuarios, fueron importantes, con cantidad de pobladores en ellas y su entorno, que llegaban por calzadas: bien destinadas a la trashumancia de los ganados o vías militares. Así lo afirma Vicente de Paredes en su Historia de Tramontanos Celtíberos, de 1888. Confirmado ello, por los trabajos del investigador Antonio Blázquez de delimitación de las calzadas.

En el caso del Santuario de Despeñaperros (Castro Ferral), Hübner en sus adiciones "Descripciones falzae et alineae", cita como un párroco de Vilches, copió de una piedra encontrada en Castro Ferral y Puerto de la Losa, la siguiente inscripción: "Prope Betulam, non longe a publica via quae ducit Castulum, comitus luparius arma sequtus in felia Gn Pompeii hic occubui vulnere nuntii lupari cas tulonensis vis annum attigentem xxii. Arnelius Silanus segisamensis subito collectogne igne me concrema vit". Sin duda, se trata de una lápida sepulcral, que relata a modo de epitafio, la vida de un soldado del ejército de Pompeya, que después de la derrota en su lucha con César, se encontraba en esta zona del Santuario de Despeñaperros, y que murió allí, a consecuencia de una herida que le produjo un cazador de lobos de Cástulo, a los veintidós años de edad. Fue recogido por su amigo Arnelio Silano incinerando su cuerpo, y las cenizas las depositó allí, en conmemoración de ello hizo esta piedra, que puso allí a los dos meses para su recuerdo.

Sin duda este punto era la frontera donde empezaba la Bética, según Hübner, allí estaba el Saltus Castulonensis y el Arco de Jano, allí en el Santuario y sus aledaños.

Estas reflexiones, que no por estudiadas quedan exentas de polémica, son las que a nuestro entender se plantean en torno al tema de los "Bronces Ibéricos" desde el punto de vista histórico arqueológico. Abundantes trabajos en torno a estas cuestiones se han hecho, sin apenas diferencias, sin apenas concordancias, fruto del carácter generalista de las mismas.

Ahora, aprovechándonos de los instrumentos que la tecnología nos ofrece al día de hoy, damos paso al análisis de otra interrogante. A continuación pasaremos a otro apartado en el que estudiaremos, de qué estaban hechos y cómo se hicieron estos bronces. Servirán de base algunas cuestiones, como la inexistencia de exvotos iguales, es decir, diferentes aunque su aspecto parezca a veces igual. La existencia de crisoles o escorias, pedazos de plomo, trébedes con pies de barro (Tifles). No haberse encontrado molde alguno en las excavaciones del lugar o poblados aledaños. Todo esto está contrastado en las prospecciones arqueológicas que Ignacio Calvo y Juan Cabré, hicieron en los Santuarios de Castellar de Santisteban y Collado de los Jardines en Santa Elena, ambos de Jaén.

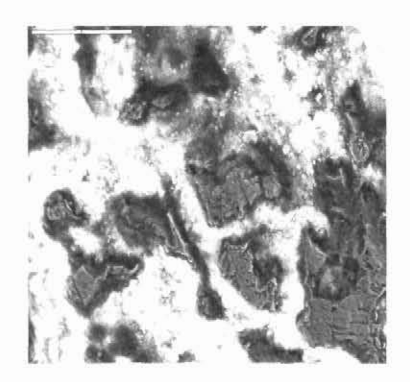
Sirviéndonos de los datos incuestionables que la ciencia actual nos aporta, quizás las conclusiones de este trabajo nos conduzcan a nuevas interrogantes, con nuevos retos, que como investigadores tendremos que afrontar. Como es la gran dispersión en la composición de las figuras: bronces, latones, aleaciones Fe-Cu, etc.

ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL

La caracterización microestructural de los exvotos se ha realizado en microscopio electrónico de barrido (Jeol JMS 5800), con sistema de microanálisis EDX.

Para la cuantificación porcentual de los elementos presentes en las distintas fases, se aplicó un potencial de aceleración de 20 KV, para que los electrones incidentes posean una energía suficiente para poder excitar los átomos de los elementos existentes, y producir así sus emisiones características.

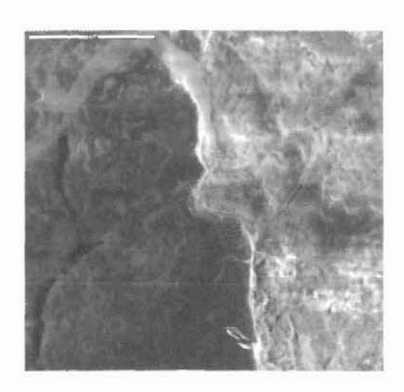
En la figura nº1 se indica la microscopía de un exvoto compuesto principalmente por cobre, cinc y estaño, es decir un latón complejo.



Elmt	Spect. Type	Inten. Corrn.	Std Corrn.	Element %	Sigma %	Atomic %
Al K	ED	0.474	0.94	1.96	0.20	3.39
Si K	ED	0.584	1.01	0.14*	0.16	0.24*
S K	ED	0.810	1.00	0.04*	0.14	0.06*
Cl K	ED	0.777	1.00	2.18	0.18	2.88
Cr K	ED	1.034	1.00	0.82	0.21	0.74
Fe K	ED	1.141	1.00	0.50	0.23	0.42
Cu K	ED	0.997	1.00	79.63	1.38	58.68
Zn K	ED	1.002	1.00	38.02	1.28	27.24
Sn L	ED	0.830	0.98	16.13	0.65	6.36
Total				139.42		100.00

Figura 1 y Microanálisis.

En la figura nº2 se indica la microestructura de un exvoto fabricado en bronce. Dicho bronce posee un alto contenido en hierro. Esto es debido a los minerales utilizados en la fabricación del bronce.



Zn K	ED	0.207*	0.617	0.00207*	0.00617
Sn L	ED	30.916	0.778	0.30916	0.00778

Elmt	Spect. Type	Inten. Corrn.	Std Corrn.	Element %	Sigma %	Atomic %
Mg K	ED	0.513	0.93	1.12	0.21	1.68
Al K	ED	0.612	0.94	15.17	0.32	20.49
Si K	ED	0.662	1.01	16.25	0.32	21.09
P K	ED	0.930	1.01	7.07	0.27	8.32
S K	ED	0.779	1.00	0.99	0.18	1.12
Cl K	ED	0.744	1.00	-0.07*	0.16	-0.07*
Cr K	ED	0.923	1.00	-0.05*	0.24	-0.03*
Fe K	ED	0.978	1.00	11.30	0.49	7.38
Cu K	ED	0.931	1.00	48.70	1.19	27.94
Zn K	ED	0.939	1.00	0.22*	0.66	0.12*
Sn L	ED	0.795	0.98	38.90	0.98	11.95

Figura 2 y Microanálisis.

Los otros elementos presente en ambos exvotos son debidos al deterioro e incrustación de impurezas en los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- **Álvarez-Osorio, Francisco:** Bronces Ibéricos o Hispánicos del M.A.N.. Madrid Tipografía de Archivos. 1935.
- **Blázquez, J.Mª.:** Primitivas Religiones Ibéricas. Madrid, 1983.
- **Calvo, Ignacio y Cabré, Juan:** Excavaciones en la cueva del Collado de los Jardines, Campañas 1916, 17, 18. Madrid. Imprenta Revista de Archivos, 1917-18-19.

- **Chapa Brunet, Teresa:** La Escultura Ibérica zoomorfas. Madrid, Ministerio de Cultura, 1985.
- **Delgado, Antonio:** Clasificación de las Medallas Autónomas de España. Sevilla, 1875.
- **García Bellido:** Contacto y Relaciones entre la Magna Grecia y la Península Ibérica. Madrid. Boletín Academia de la Historia 1935, Tomo 15.
- **Gómez Moreno, Manuel:** Misceláneas de Historia del Arte (Arqueología). Madrid, Imprenta Silverio Aguirre, 1949.
- **Lantier Raymond:** Bronzes Votifs Ibériques. 1930, Berlín.
- **Prados Torreiras, Lourdes:** Exvotos Ibéricos de Bronce del M.A.N. Ministerio de Cultura. Madrid, 1992.
- **Rovira y Sanz:** Análisis Metalúrgicos de los Materiales de las Necrópolis Visigodas del Carpio de Tajo. Toledo, 1985.
- **Velázquez, Luis Joseph:** Ensayo sobre los Alfabetos de las letras desconocidas de España. Madrid. Antonio Sanz, 1752.

ÁREA 3:
MINERÍA Y METALURGIA EN LA ÉPOCA ROMANA

Minería y metalurgia del oro en la Asturias romana

Ángel Villa Valdés
Servicio de Patrimonio Histórico. Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo del Principado de Asturias (Oviedo).
angelvv@princast.es

RESUMEN

Se resumen en este trabajo los principales resultados obtenidos durante la última década de investigaciones arqueológicas desarrolladas en el contexto de las grandes explotaciones mineras de época romana de Belmonte de Miranda, en el área centro-occidental de Asturias, y las desarrolladas sobre los poblados fortificados del interfluvio Navia-Eo. En ambos campos se han producido avances sustanciales, relativos en el caso de las minas a la naturaleza de los yacimientos explotados, a las estrategias de laboreo y al tratamiento *in situ* del mineral. La aplicación de dataciones radiométricas y dendrocronológicas a los restos de estructuras de entibación o sobre el combustible de las instalaciones metalúrgicas ofrecen resultados muy precisos acerca del período de fundación y vigencia de las explotaciones.

Por otra parte, la excavación de algunos poblados contemporáneos de la expansión minera altoimperial, en particular la del Chao Samartín, en Grandas de Salime, ofrecen información inédita acerca de proceso de afinamiento y ponderación de los metales preciosos durante los siglos I y II d.C.

Palabras clave: Asturias, Carbono 14, Castros, Dendrocronología, Oro.

ABSTRACT

The archaeological research carried out in the region during the last decade, both within the framework of current gold-mining activities, particularly at Belmonte de Miranda, and at a significant group of hillforts dispersedly located around areas that held intense mining activities, has importantly modified the traditional model about hillforts, gold mines and roman organization in the I century AD. First, the materials recovered during the archaeological monitoring of modern Asturian gold mines have provided both radiocarbon and dendrochronological dates placing the beginning of the Roman mining activities in the first half of the first Century aD. At the same time, the identification of gallery labours and metallurgic areas during the same monitoring works have served to reveal some Roman mining technologies not previously observed in Asturias. Secondly, the excavation during the last few years of Castreño settlements of that chronology has provided outstanding evidences of the transformation of gold, silver and copper at these environments during the Early Empire. Finally, the discovery of pre-Roman habitation strata at these settlements allows to recreate from the archaeological registry the evolution of the indigenous populations after their incorporation to the Imperial order and, in principal, the transformation of their immediate environment through the extended mining activity.

Key words: *Asturias, Dendrochronology, Gold, Hillforts, Radiocarbon dates.*

INTRODUCCIÓN

Octavio Augusto estableció un sistema monetario que tomaba el oro y la plata como valor de referencia estable para el resto del numerario. Los abundantes depósitos auríferos del área occidental de la región asturiana adquirieron así un extraordinario interés para el Estado que puso todo su empeño en la exploración y puesta en marcha de estas minas. La trascendencia de esta iniciativa se valoró hasta tal punto decisiva en la organización de los nuevos

Minería y metalurgia del oro en la Asturias romana

Ángel Villa Valdés
Servicio de Patrimonio Histórico. Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo del Principado de Asturias (Oviedo).
angelvv@princast.es

RESUMEN

Se resumen en este trabajo los principales resultados obtenidos durante la última década de investigaciones arqueológicas desarrolladas en el contexto de las grandes explotaciones mineras de época romana de Belmonte de Miranda, en el área centro-occidental de Asturias, y las desarrolladas sobre los poblados fortificados del interfluvio Navia-Eo. En ambos campos se han producido avances sustanciales, relativos en el caso de las minas a la naturaleza de los yacimientos explotados, a las estrategias de laboreo y al tratamiento *in situ* del mineral. La aplicación de dataciones radiométricas y dendrocronológicas a los restos de estructuras de entibación o sobre el combustible de las instalaciones metalúrgicas ofrecen resultados muy precisos acerca del período de fundación y vigencia de las explotaciones.

Por otra parte, la excavación de algunos poblados contemporáneos de la expansión minera altoimperial, en particular la del Chao Samartín, en Grandas de Salime, ofrecen información inédita acerca de proceso de afinamiento y ponderación de los metales preciosos durante los siglos I y II d.C.

Palabras clave: Asturias, Carbono 14, Castros, Dendrocronología, Oro.

ABSTRACT

The archaeological research carried out in the region during the last decade, both within the framework of current gold-mining activities, particularly at Belmonte de Miranda, and at a significant group of hillforts dispersedly located around areas that held intense mining activities, has importantly modified the traditional model about hillforts, gold mines and roman organization in the I century AD. First, the materials recovered during the archaeological monitoring of modern Asturian gold mines have provided both radiocarbon and dendrochronological dates placing the beginning of the Roman mining activities in the first half of the first Century aD. At the same time, the identification of gallery labours and metallurgic areas during the same monitoring works have served to reveal some Roman mining technologies not previously observed in Asturias. Secondly, the excavation during the last few years of Castreño settlements of that chronology has provided outstanding evidences of the transformation of gold, silver and copper at these environments during the Early Empire. Finally, the discovery of pre-Roman habitation strata at these settlements allows to recreate from the archaeological registry the evolution of the indigenous populations after their incorporation to the Imperial order and, in principal, the transformation of their immediate environment through the extended mining activity.

***Key words:** Asturias, Dendrochronology, Gold, Hillforts, Radiocarbon dates.*

INTRODUCCIÓN

Octavio Augusto estableció un sistema monetario que tomaba el oro y la plata como valor de referencia estable para el resto del numerario. Los abundantes depósitos auríferos del área occidental de la región asturiana adquirieron así un extraordinario interés para el Estado que puso todo su empeño en la exploración y puesta en marcha de estas minas. La trascendencia de esta iniciativa se valoró hasta tal punto decisiva en la organización de los nuevos

territorios sometidos que llegó a ser considerada germen del poblamiento castreño de la región (Carrocera, 1995: 59). Las investigaciones arqueológicas desarrolladas durante la última década, tanto en el ámbito de explotaciones auríferas modernas, especialmente en Belmonte de Miranda, como en un grupo significativo de castros dispersos en torno a zonas con intensa actividad minera, ha modificado notablemente este panorama.

En primer lugar, los materiales recuperados durante los trabajos de seguimiento en varias minas asturianas están permitiendo precisar, sobre dataciones radiocarbónicas y estudios dendrocronológicos, el inicio de las explotaciones mineras imperiales y una aproximación, relativamente exacta al período de vigencia de algunas de ellas. Al tiempo, la identificación de labores de interior y áreas metalúrgicas ilustran facetas de la minería romana hasta el momento inéditas en Asturias.

En segundo lugar, la excavación de poblados coetáneos de la gran eclosión minera está proporcionando testimonios excepcionales de la manipulación de metales preciosos en ambientes castreños durante el Alto Imperio. El descubrimiento de horizontes prerromanos en algunos de ellos ofrece, además, la posibilidad de rastrear sobre el registro arqueológico el proceso de cambio emprendido en el seno de las comunidades indígenas tras su incorporación al orden imperial y, fundamentalmente, tras la implantación generalizada de la actividad minera en su entorno inmediato.

La documentación que cimenta los argumentos de este artículo procede de dos ámbitos de la actividad arqueológica administrativamente bien diferenciados. Por un lado, los trabajos de seguimiento y control de las explotaciones auríferas que desde 1995 se han puesto en marcha en Asturias[1] y, por otro, las excavaciones arqueológicas promovidas desde las instituciones públicas[2] (fig. 1).



Figura 1. Localización de los yacimientos mencionados en el texto.

LAS MINAS

Los datos que a continuación se presentarán proceden de tres explotaciones mineras abiertas en época romana en el curso medio del río Narcea que se encuentran, desde hace algunos años, en proceso de estudio y explotación. En términos geomineros estos yacimientos se sitúan en el denominado *Cinturón aurífero del Narcea*, una franja que se extiende desde el concejo de Salas hacia el S.O. a lo largo de unos 60 Km de longitud por, aproximadamente, 1 Km de anchura, en la que un complejo sistema de fracturas caracteriza la estructura dominante de la banda mineralizada (fig. 2).

[1] Río Narcea Gold Mines S.A.

[2] Todas ellas comprendidas en el Plan Arqueológico de la Cuenca del Navia que patrocina y dirige, en colaboración con las entidades locales interesadas, la Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo del Principado de Asturias.

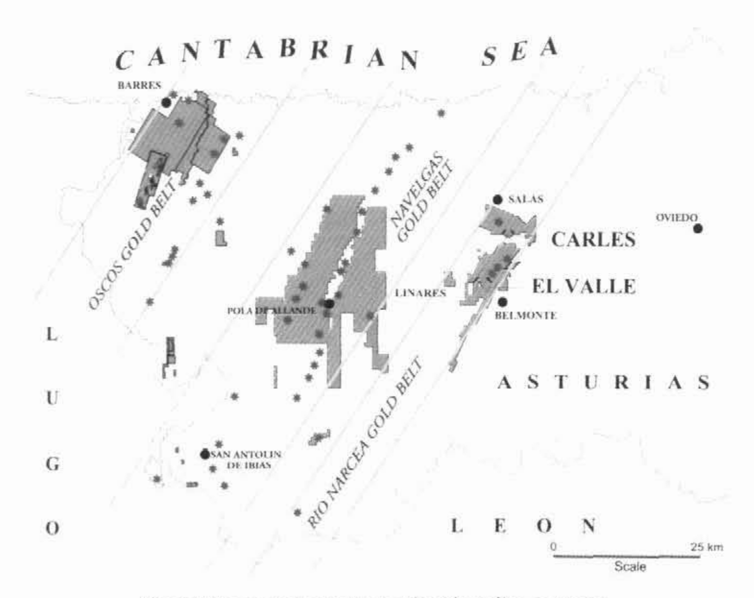


Figura 2. Zonas principales de mineralización aurífera en Asturias.

El conjunto principal de labores aquí tratados, las que se distribuyen en torno a los lugares de El Valle-Boinás y La Brueba, comparten localización sobre las acusadas pendientes de la Sierra de Begega, un cordal que se extiende con dirección Norte-Sur a lo largo de 8 Km en el tramo terminal del interfluvio del Narcea y Pigüeña. En términos muy generales pueden señalarse hasta una docena de explotaciones, de entidad desigual, entre las que cabe destacar, por el volumen de material removido, las identificadas sobre la vertiente occidental de la montaña[3]. Para su excavación se construyó una densa y compleja red hidráulica auxiliar que recogía y canalizaba el agua de escorrentía desde las cotas más elevadas de la sierra que alcanzan los 1.100 m de altitud.

El oro beneficiado, aunque presente también en los sedimentos terciarios, procede fundamentalmente de yacimientos primarios constituidos a partir de rocas sedimentarias, plegadas y cabalgadas, que han sido intruídas por rocas ígneas. Estas estructuras fueron cortadas con posterioridad por fallas subverticales que provocaron una intensa mineralización de las rocas sedimentarias y de los márgenes envolventes de las rocas intrusivas.

EL VALLE-BOINÁS, BELMONTE DE MIRANDA

Las minas de El Valle y Boinás se encuentran en una fase avanzada de explotación y, en consecuencia, con buena parte del trabajo arqueológico de campo finalizado. Por esta razón, parte de los resultados obtenidos durante las diversas intervenciones arqueológicas están ya publicados (Villa, 1998; Villa, 1999). Restan, sin embargo, algunos datos inéditos, de reciente elaboración, de los que se ofrece primera noticia en este trabajo.

Las explotaciones de El Valle y Boinás, en el concejo de Belmonte de Miranda, se localizan sobre el extremo suroccidental de la sierra[4]. El oro se encuentra aquí asociado, en su mayor parte, con brechas jasperoides y skarns

[3] Boinás, Las Caolinas, El Valle, Santa Marina, Villaverde-Pontigo, Antoñana, Millara y La Brueba, Modreiros-Pando, Boinás, valle del Caúxa. Trabajos de cierta relevancia se suceden también a lo largo del río Caúxa hasta alcanzar el Pico Corona, en el lugar de Las Estacas.

[4] Guillermo Schulz destaca las dimensiones de estas antiguas labores aunque atribuye su apertura al beneficio del cobre (Schulz, 1858: 41). Cuentan con breves referencias en la bibliografía especializada tanto las cortas mineras (Sánchez-Palencia y Suárez, 1985: 223) como la red hidráulica auxiliar (Domergue, 1987: 430).

oxidados. La litología existente fue afectada, al menos, por dos fases de mineralización epitermal que dio lugar a la formación de jasperoides tanto por silicificación de rocas carbonatadas como por silicificación de skarn previamente mineralizado. Con posterioridad, nuevas fracturaciones originaron la formación de brechas post-mineral de gran desarrollo que, ocasionalmente, presentan mineralización de metales básicos (Martín-Izard *et al.*, 1997: 662) (lám. I).

Las explotaciones romanas se distribuyen sobre un área de unas 100 Ha, superficie sobre la que se desperdigan innumerables labores de prospección y beneficio que *grosso modo* pueden ser agrupadas en tres conjuntos principales: El Valle, Boinás Oeste y Boinás Este, en significativa superposición sobre los frentes de explotación actuales.

Desde un punto de vista arqueológico, y por lo que a los procedimientos de explotación se refiere, se han identificado estrategias de laboreo divergentes absolutamente indisociables, como es natural, del proceso de mineralización zonal. Se pudieron precisar así sectores en los que el beneficio de las brechas post-mineral derivadas del proceso tardío de fracturación y oxidación exigió la localización y explotación individualizada de cada afloramiento. Tal es el caso de El Valle y Boinás Oeste, donde la huella de la actividad extractiva se fosilizó sobre el paisaje en forma de pequeñas conchas y depresiones puntuales sobre la ladera y fondo de valle. En otros casos, Boinas Este, los afloramientos del cuerpo mineralizado principal permitieron abordar su beneficio con el desmonte masivo de las calizas cubrientes y galerías, bien abiertas directamente en aquel o bien en zonas de contacto con brechas polimícticas de oxidación intensa y ricas en goethitas, jaspes y ocasionalmente cobre nativo.

Las particulares condiciones creadas tras el colapso de algunas galerías hizo posible la conservación de los entibados y ripio de madera en condiciones óptimas para completar un estudio en el que se abordó, además de la identificación específica de los postes, su datación radiométrica, evaluación dencronológica, traslado y posterior restauración (lám. II).

En el tramo mejor conservado los ademes se distribuían en 9 cuadros de entibado dispuestos a intervalos irregulares de 1,00 a 1,30 m. Cada uno de ellos estaba constituido por un puente apoyado a rebajo sobre hastiales firmemente asentados sobre la base de la galería. Para ello se recurrió, ocasionalmente, a la instalación de cuñas y gruesos tacos de madera. Finalmente, la estructura de cuadros se vertebra mediante carreras entra las cuales se distribu-



Lámina I. Minas de Boinás, Belmonte de Miranda. Frente oriental de explotación altoimperial.

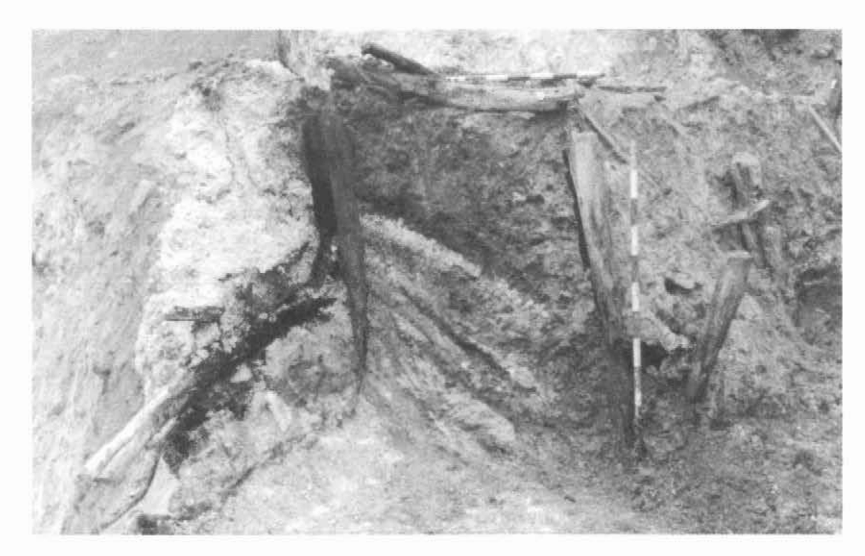


Lámina II. Boinás, Belmonte de Miranda. Sección de una galería minera altoimperial datada mediante dendrocronología y radiocarbono a medidados del siglo I d.C.

yen largueros y ripio menudo. El tipo de madera predominante entre las piezas recuperadas es el roble aunque también se utilizaron algunas piezas de castaño[5].

No obstante, los trabajos de interior de época antigua no se muestran por lo general de manera tan explícita. El beneficio posterior del área explorada o el colapso definitivo de las galerías, con desaparición o reaprovechamiento del maderamen, no permiten una recreación ni tan siquiera aproximada de la red primitiva de galerías y pozos. En ocasiones pudo reconocerse el trazado parcial de alguna galería de exploración, abierta en materiales argilíferos inmediatos a depósitos mineralizados, a su paso entre masas calizas interpuestas y ligeramente carstificadas que fueron acondicionadas para facilitar el tránsito y la continuidad de la prospección (Villa, 1998: 173) (lám. III).

El abastecimiento de agua se realizó desde tres puntos diferentes con los que se estableció, en función de la proximidad y capacidad del suministro, un grado de dependencia variable. El resultado ha sido la definición de una red hidráulica jerarquizada que contaba, en el paraje conocido por Alto de la Cueva, con el principal centro de contención y distribución del conjunto minero. De la excavación selectiva en diferentes puntos de su trazado se puede concluir una obra relativamente sencilla consistente en la excavación, sobre materiales terciarios, de una pequeña cubeta de sección semicircular, ligeramente cubierta en su base con material arcilloso y colmada de tierra vegetal hasta su nivelación con el resto del terreno. De anchura variable, entre los 0,50 y 1,020 m, estos canales rara vez superan los 0,50 m de profundidad.

Los testimonios de actividad metalúrgica en el contexto de las minas de oro romanas en Asturias eran absolutamente desconocidos hasta el descubrimiento de las instalaciones de Las Escorias, paraje localizado entre los diversos frentes de explotación de El Valle y Boinás. Su excavación, aún no completada, ha puesto al descubierto un conjunto en el que se combinan áreas de lavado, hornos y, tal vez, cubetas de inundación para el lixiviado de sulfuros. Ejemplos similares, aunque datados en la Edad del Hierro, se localizan en el entorno de las minas francesas de Fouilloux y Cros Gallet-Nord (Cauuet, 1999: 56-57).

A falta de la excavación del asentamiento castreño de Pena Aguda, en Boinás, se dispone ya de una visión gene-

[5] Clasificación realizada por el Dr. Vicente Rozas Ortiz (Rozas y Cabo, 2002: 347).

ral de los principales elementos industriales que conformaron durante la Antigüedad el complejo minero creado en torno a los yacimientos de El Valle y Boinás. Resta, no obstante, por abordar la cuestión cronológica. ¿Desde cuándo y durante cuánto tiempo fueron explotadas estas minas?.

Los investigadores que han tratado este asunto coinciden en señalar la implantación progresiva de la actividad minera romana desde mediados del siglo I d.C., si bien se reconoce que tan sólo a partir de época flavia se concitan en el área transmontana las condiciones idóneas para su desarrollo como actividad industrial a gran escala (Diego, 1977: 82; Fernández Ochoa, 1982: 103; Sánchez-Palencia y Suárez, 1985: 236; Domergue, 1990: 205; Santos, 1991: 222; Maya, 1990: 211; Camino y Viniegra, 1993: 150; Carrocera, 1995: 59). Éste resultaba, en principio, un marco razonable para la datación grosera del conjunto de El Valle-Boinás que, a falta de otros argumentos de orden arqueográfico, resultaba indirectamente avalado por el descubrimiento de un epígrafe funerario en el que se menciona un *castelum (...) augubrigense* en el pueblo vecino de Villaverde (Fernández Mier, 1995: 371). La vinculación frecuente de este tipo de epígrafes con paisajes mineros y su datación convencional permitía sospechar la apertura de la mina durante el primer siglo de la era (lám. IV).



Lámina III. Las Caolinas, Belmonte de Miranda. Horno para el tratamiento del mineral inmediato a las minas de El Valle y Boinás.

En estos años de intervención arqueológica, se ha recuperado un registro arqueológico amplio que permite aplicar técnicas de datación absoluta sobre materiales de naturaleza diversa y, en consecuencia, acotar con cierta precisión el período de vigencia de las explotaciones durante la Antigüedad.

El lote de materiales cerámicos aunque modesto es muy significativo en términos cronológicos. Procede íntegramente de la excavación del complejo metalúrgico de *Las Escorias*. Se ha reconocido el perfil original de dos piezas, ambas fabricadas en talleres de la Galia, correspondientes a formas de *Terra Sigillata Galica* Drag. 29 y Drag. 18 (Villa, 1998: 596). Estas producciones, que podrían remontar su antigüedad al reinado de Tiberio, son en todo caso propias de la primera mitad del siglo I d.C., período en el cual se fabricó también el único fragmento de vidrio identificado, correspondiente a un vaso de forma Isings 12.

Los materiales datados mediante C^{14} tienen una procedencia más diversa: se han analizado muestras del carbón empleado en el tratamiento del mineral y fragmentos del entibado de las galerías, bien capturados en los testi-

gos geológicos recuperados durante la fase de exploración, bien de las estructuras localizados *in situ* en el transcurso de las excavaciones arqueológicas. El segmento temporal indicado por el radiocarbono es, como se puede observar en la tabla adjunta, muy amplio. No obstante, la representatividad de algunas de estas medidas ofreció una referencia inicial de inestimable utilidad para fijar un momento en el que las minas podían encontrarse a pleno rendimiento. Es el caso de la muestra CSIC-1341, procedente del área metalúrgica, donde la actividad industrial no se prolongó más allá de mediados del siglo I d.C.

La datación dendrocronológica supuso el ajuste definitivo de una parte significativa de las fechas al facilitar, dentro de las limitaciones del propio método, una precisión inalcanzable por medios estadísticos. Fueron estudiados los anillos de varios ejemplares de castaño y roble procedentes de una misma galería. Las piezas principales de la estructura procedían de árboles jóvenes cuya evidente correspondencia en las series de crecimiento permitió establecer su corta simultánea, probablemente, en el año 56 d.C. (Rozas y Cabo, 2002: 353).

En consecuencia, todo parece indicar que las labores mineras de El Valle y Boinás pudieron comenzar a suministrar oro a las arcas imperiales en un momento sorprendentemente temprano, tal vez anterior al cambio de era, si se considera que las dataciones obtenidas tanto de las maderas de la galería como del carbón recogido en las instalaciones metalúrgicas corresponden, en su ámbito respectivo, a fases avanzadas del laboreo o inmediatas al abandono de la actividad allí realizada.

Junto a las dataciones comentadas existen otras que, procedentes de diferentes sectores de la explotación y datadas por procedimientos también diversos, han ofrecido fechas que podrían remontar la antigüedad de algunas labores de interior a la Edad del Hierro (Villa, 1998: 595). El precoz desarrollo del beneficio imperial de las minas en Belmonte de Miranda encontraría así una justificación razonable al disponer Roma, tras la conquista de los nuevos territorios, acceso inmediato a yacimientos de riqueza notable y un cierto contingente de población experimentado en el trabajo de las minas.

LA BRUEBA DEL COURÍO, BELMONTE DE MIRANDA

Las labores se extienden sobre el collado abierto entre entre el cordal del Courío y el límite septentrional de la Sierra de Begega, marcando la divisoria de las cuencas hidrográficas de los ríos Narcea y Pigüeña. Las dimensiones de los frentes de explotación proporcionan al conjunto una grandiosidad que acentúa la perspectiva ascendente con que inevitablemente el visitante debe aproximarse[6]. Dista unos 6,5 Km del yacimiento de El Valle (lám. V).

Las cortas más importantes se concentran a lo largo de unos 300 m sobre el extremo septentrional de la Sierra de Begega, formando cinco profundas conchas yustapuestas que se desarrollan desde la falda de la



Lámina IV. Villaverde, Belmonte de Miranda. Inscripción funeraria hallada en el ámbito de las labores del mismo nombre, próximas a la mina de El Valle, en la que se hace mención al castelum (...) augubrigense.

[6] La existencia de labores antiguas en este lugar es mencionada por Guillermo Schulz aunque atribuyéndoles el beneficio de mineral de hierro (Schulz, 1858: 41).

ladera hasta los 800-825 m de altitud. Alcanzan una profundidad máxima de unos 100-150 m. Sobre la ladera opuesta se localiza otro importante conjunto de labores que extienden, entre las cotas 730-810, a partir de un gran vaciado longitudinal de unos 200 m en el que se abren zanjas menores de trazado perpendicular. La trinchera principal se superpone a excavaciones anteriores de morfología semejante a las del sector anterior. Al pie de las mismas se distingue una bocamina colapsada en su misma entrada.

Estas labores, junto a otras menores que no parecen haber superado la fase de exploración, convergen en el fondo de valle, sobre el cauce donde desembocan los arrastres de cada sector. Es este punto su nacimiento el arroyo de Llamborrosa, afluente del río Narcea, cuyo hidrónimo denomina al conjunto en la única descripción publicada (Domergue, 1987: 430).

Una compleja red hidráulica auxiliar abasteció los trabajos mineros que aún es posible restituir en su trama fundamental de canales y *piscinae*. Sobre la Sierra de Begega se identifican unos 8 ó 9 canales que, de manera directa o indirecta, alimentaban los depósitos más próximos a la mina. La mayor parte de ellos se encuentran seriamente afectados por la apertura de nuevos viales, el uso ganadero o, como es habitual en estos casos, por el avance de la propia excavación en tiempos antiguos. Como norma, su trazado discurre en sentido S.-N., abasteciéndose, básicamente, sobre la ladera occidental y S.O. del Pico Gameo, en cotas comprendidas entre los 800-850 m. Al menos 3 depósitos regulaban el suministro de agua en este sector de la explotación.

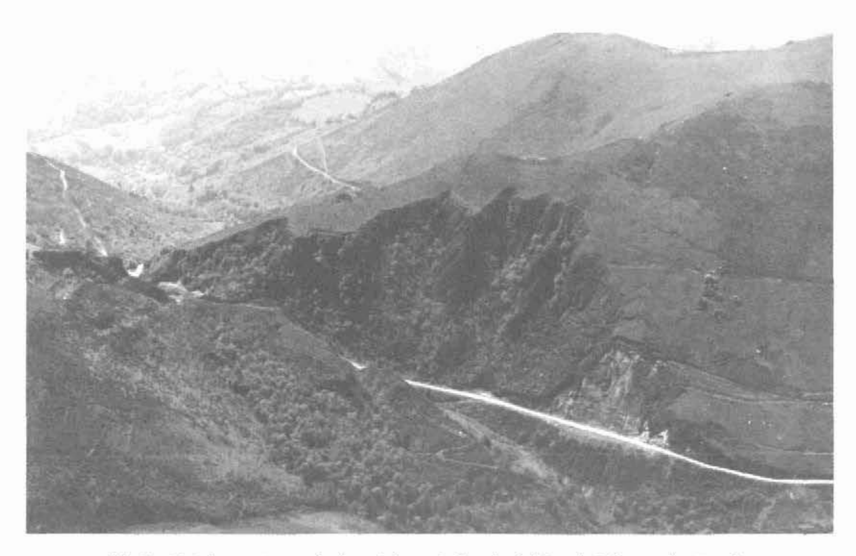


Lámina V. Labores mineras altoimperiales en La Brueba del Courío, Belmonte de Miranda.

Hacia el Norte, en la ladera del monte Courío, se distinguen un par de canales, de corto recorrido y, al menos, otros dos depósitos en cotas próximas a los 800 m. El sistema se abastecía en la escorrentía de ladera y aportes procedentes de las Peñas del Pevidal.

En la mina de La Brueba no se ha realizado excavación arqueológica alguna y, por tanto, no se posee más información que la obtenida durante el seguimiento de la campaña de sondeos geológicos que, también aquí, alcanzaron labores de interior hasta entonces desconocidas. Se pudieron recoger así nuevas muestras correspondientes al maderamen de dos galerías localizadas entre los 18 y 30 m de profundidad. En ambos casos discurren a través de una brecha con mineralización aurífera de naturaleza epitermal similar a la descrita para el El Valle (fig. 3).

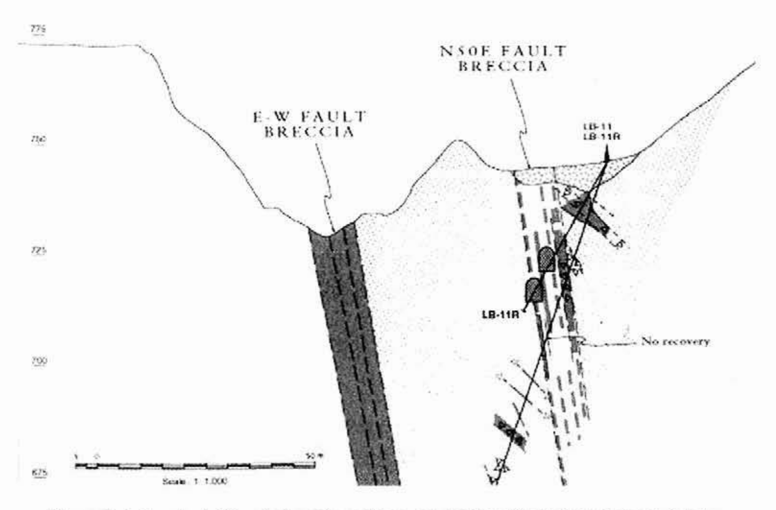


Figura 3. La Brueba del Courío. Sección geológica con catalogación de los trabajos de interior.

La datación radiométrica de este par de muestras (Beta-143511 y Beta-143512) refrenda las obtenidas en El Valle y Boinás al denunciar la antigüedad de los trabajos cuyo inicio ha de remontarse, necesariamente, bien a época prerromana, bien a fechas anteriores al cambio de era.

CARLÉS, SALAS

Las labores antiguas en torno a la población de Carlés, en el concejo de Salas, se extienden en un área caracterizada geológicamente por la formación de skarn mineralizado como consecuencia de la intrusión de rocas ígneas en medio calizo. En superficie se identifican pozos y varias trincheras que discurren sobre la ladera que desciende hacia el río Narcea. El inventario arqueológico del concejo describe parte de estas labores destacando, fundamentalmente, una zanja canal que se extiende a lo largo de unos 350 m, entre los 270 y 110 m de altitud, hasta prácticamente alcanzar el curso del río[7] (lám. VI).

El yacimiento, en explotación desde el año 2001, cuenta con seguimiento arqueológico desde que se iniciasen los trabajos de exploración y sondeo en 1996[8]. De esta forma se han podido identificar algunos trabajos de interior de época antigua y contemporánea. La conservación de algunos fragmentos de madera en el interior de estas galerías posibilitó su datación radiométrica. Las labores antiguas cuentan con una datación que confirma la vigencia de la explotación en un período comprendido entre comienzos del siglo I y mediados del siglo III de la Era (Beta-166225). No obstante, se conocen algunos testimonios arqueológicos que, indirectamente, podrían acotar el período de probable beneficio del yacimiento y aproximarlo al propuesto para las explotaciones de El Valle y Boinás. La aparición en el lugar de Ablaneda, apenas 1 Km al Norte de Carlés, en las proximidades del castro Castiello, de otra inscripción funeraria, en esta ocasión con mención al *castelum (...) Beriso*[9]. El carácter de las letras y la

[7] Ficha nº 38 del Inventario Arqueológico del concejo de Salas. Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo del Principado de Asturias. Elaborado por Estudio de Arqueología y Restauración.

[8] Bajo la dirección del autor hasta julio de 2001 y desde entonces a cargo del arqueólogo José Antonio Fanjul Mosteirín.

[9] *CIL* II, 5739. Diversos autores han señalado la superposición de este tipo de fórmula epigráfica (...) con zonas de intensa actividad minera (*inter alia* Fernández-Ochoa, 1982: 100; Sánchez-Palencia y Suárez, 1985: 237; Sastre, 2001: 278).



Lámina VI. Labores mineras de Carlés, Salas.

fórmula aplicada inclinó a Hübner a considerarla propia del siglo I d.C. (Diego, 1985: 81). La posterior interpretación del signo Ↄ como referencia al *castellum* de procedencia del difunto (Albertos, 1975: 65) y la caída en desuso de esta costumbre epigráfica en el tránsito del siglo I al siglo II d.C. (Pereira, 1978), confirmarían plenamente su datación inicial (lám. VII).



Lámina VII. Ablaneda, Salas. Inscripción fueneraria procedente del castro de Castiello, en las proximidades de la mina de Carlés, donde se hace mención al castelum (Ↄ) Beriso.

LOS POBLADOS

Si la información elaborada a partir de las excavaciones arqueológicas en el contexto de las grandes minas del Centro-Occidente justifica una cierta revisión del proceso de implantación de la actividad minera a gran escala en la región trasmontana, algo similar está ocurriendo en el campo de los poblados que albergaron a los protagonistas de aquellos trabajos.

La continuidad de los programas de investigación del mundo castreño del occidente de Asturias, en particular al occidente del río Navia, ha hecho posible la excavación en extensión de importantes asentamientos y la exploración selectiva de algunos más, de tal forma que el volúmen de documentación se ha incrementado de manera sustancial en estos últimos años[10].

Fue éste un territorio que experimentó una fébril actividad minera durante los primeros siglos del Imperio. La riqueza y abundancia de los depósitos metálicos, especialmente el oro, dio lugar a

[10] Estas intervenciones se desarrollan como parte del *Plan Arqueológico Director de la Cuenca del Navia*, documento mediante el cual la Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo ordena sus actuaciones sobre el patrimonio arqueológico de la franja occidental de la Comunidad Autónoma.

un sinfín de trabajos de exploración que se materializaron en centenares de cortas y trincheras distribuidas fundamentalmente en torno a dos grandes bandas mineralizadas, el cinturón aurífero de Los Oscos y el cinturón aurífero de Navelgas, que con dirección SO-NE cruzan la región desde las tierras altas interiores hasta alcanzar la costa cantábrica.

Una de las consecuencias del impulso sostenido en la investigación de los castros ha sido el descubrimiento en horizontes de época romana de importantes testimonios de actividad metalúrgica relacionados con el tratamiento de metales preciosos. El castro de Chao Samartín constituye, en este ámbito particular, una referencia de extraordinaria utilidad por la riqueza del ajuar y el contexto estratigráfico en el que se ha conservado (lám. VIII).

Este yacimiento se localiza en las proximidades del pueblo de Castro, en el concejo de Grandas de Salime limítrofe con Galicia, sobre el itinerario de la antigua vía que comunicaba la capital lucense *Lucus Augusti* con la de los astures trasmontanos *Lucus Asturum*. Su condición de establecimiento fortificado se remonta a comienzos del siglo VIII a.C., manteniéndo e intensificando su aparato defensivo durante la Edad del Hierro. En época romana, tras varios episodios de refortificación anteriores al último cuarto del siglo I d.C., el poblado prescinde de su aparato defensivo y con toda probabilidad desempeña, en un contexto de evidente prosperidad, un cierto papel de capitalidad respecto al territorio y asentamientos circundantes, labor que refrendaría su reciente identificación como la *civitas Ocela*, mencionada por Ptolomeo entre los galaicos lucenses del interior (de Francisco y Villa, 2005).

El registro arqueológico que avala una secuencia cultural tan prolongada se sustenta en la preservación de series estratigráficas de larga duración varias veces jalonadas por el derrumbe violento de estructuras hasta su definitiva utilización como necrópolis, en tiempos medievales, y campos de cultivo en siglos posteriores.

El corpus de materiales vinculados con la actividad metalúrgica durante los siglos I y II d.C. es notable y se desperdigan por varios sectores del área urbana excavada. Se trata prinicipalmente de fragmentos cerámicos -crisoles y vasijas comunes- que presentan impregnaciones y salpicaduras metálicas en sus paredes[11] (lám. IX).



Lámina VIII. Poblado fortificado de Chao Samartín en Castro, Grandas de Salime.

[11] La descripción detallada del conjunto instrumental vinculado con el tratamiento de metales preciosos en el Chao Samartín puede consultarse en las actas del I Simposium Internacional sobre Tecnología del Oro Antiguo, celebrado en Madrid en octubre de 2002, con edición a cargo de A. Perea, I. Montero y O. García (Villa, 2004).

Es también destacado el inventario de piezas elaboradas en oro y plata que están siendo recuperados en contexto romano, como pendientes, alfileres o cuentas de pasta vítrea, a los que se suma un repertorio centenario de ornamentos e instrumental en bronce.

Además de los objetos referidos, existen en el Chao Samartín otros, de carácter no estrictamente industrial, pero cuyo uso necesariamente estuvo asociado con la manipulación e intercambio de metales preciosos. Es el caso de las pequeñas pesas broncíneas y la piedra de toque que parecen revelar la práctica de cierto tráfico metálico en el propio poblado. Entre las primeras debe mencionarse la aparición de un excepcional conjunto de 15 piezas decoradas pertenecientes a un mismo juego de ponderales (Villa, 2004). La rareza que supone tanto la fabricación en bronce como su fraccionamiento en pesos muy reducidos, indica su empleo en transacciones con productos de alto valor. De hecho, el escenario del descubrimiento parece el más apropiado a tal fin, pues se trata de un pequeño edículo que se alzaba frente al gran edificio-plaza con bancos corridos y superficie primorosamente pavimentada[12]. Ambos flanqueaban la vía principal de acceso al caserío, en el único tramo que, por su amplitud, permite el acceso y tránsito de mercancías y vehículos al espacio intramuros (lám. X).

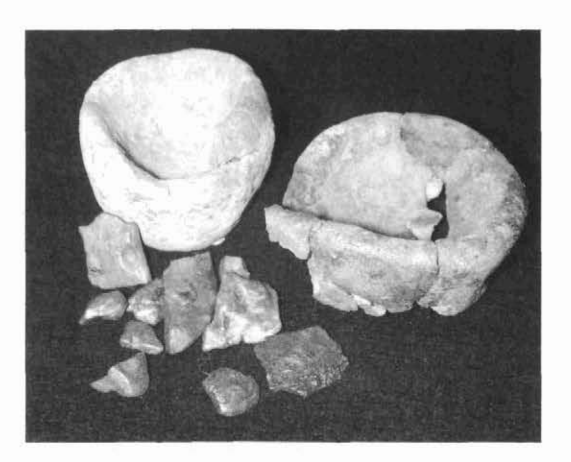


Lámina IX. Chao Samartín, Grandas de Salime.
Crisoles y tortas de fundición prerromanas.



Lámina X. Chao Samartín, Grandas de Salime.
Goterones de oro sobre la pared de una cerámica de fundición.

Este tipo de ponderal no es exclusivo del Chao Samartín, en realidad su presencia está bien documentada en varios castros de ámbito galaico aunque han pasado totalmente desapercibidos como consecuencia de su genérica clasificación como cuentas de collar. Es el caso de una pequeña esfera de bronce con perforación central e incrustación de hilo de cobre procedente de Coaña y hoy en paradero desconocido (García y Bellido, 1942: 227) o las piezas de bronce, también decoradas, del castro de A Roda, también de Santa Irene, en Pino (La Coruña), del castro de Santa Trega, en A Guardia (Pontevedra), de El Castro de Baltar (Orense) o los yacimientos portugueses de Briteiros, en Guimaraes (Bouza, 1963) y Santa Luzia, en Viana do Castelo (Brochado, 1990: 238).

Por lo que a la piedra de toque se refiere, se trata de una pieza fabricada sobre un canto de lutita que se ajusta a las características generales apreciadas en otros ejemplares europeos (Éluère: 1986: 58, Cauet, 1999: 59) con paralelos próximos en otros castros del área lucense. Sin embargo, al igual que ocurre con los ponderales,

[12] A modo de interpretación local de los *fora* propios de las capitales urbanas.

su errónea o insuficiente identificación ha mantenido estas piezas en un absoluto desconocimiento. Es el caso de las piedras de toque del castro de Borneiro, en A Coruña (Romero, 1987: 36), y de El Castro de Pendia, en Boal (Escortell, 1982: 64) (lám. XI).

No obstante, la familiaridad que los habitantes de este poblado muestran en época altoimperial con el tratamiento metalúrgico del oro, la plata o el cobre no debe entenderse como una actividad exótica surgida o impuesta tras la conquista. Más bien lo contrario. Son abundantes los testimonios que indican la existencia de una tradición artesanal experimentada en la manipulación y transformación de metales preciosos durante la Edad del Hierro. Una actividad que cuenta con significativos restos industriales de carácter instrumental -lingoteras, crisoles y cerámicas de fundición con salpicaduras macroscópicas metálicas (Au, Ag y Cu)- o de atesoramiento en formas de tortas de fundición (Ag y Cu), existiendo, en consecuencia, razones para considerar la posible producción local de algunas de las joyas recuperadas en el castro de Chao Samartín (Villa, 2004).

CONCLUSIONES

A grandes rasgos, los resultados obtenidos en estos últimos años de investigación arqueológica de las grandes explotaciones auríferas y algunos castros coetáneos puede sintetizarse de la siguiente manera:

- La constatación de labores de cierta complejidad, más allá del mero aprovechamiento por bateo de los pláceres fluviales, protagonizados por las comunidades indígenas durante los siglos previos a la conquista romana.
- Un adelanto sustancial en el comienzo del beneficio imperial de los yacimientos auríferos en Asturias que se remontaría a época augustea, tal vez, durante las décadas anteriores al cambio de era.
- Identificación en el entorno de los frentes de explotación de las primeras instalaciones metalúrgicas para el tratamiento del mineral.
- Recepción y tratamiento de metales preciosos en algunos poblados, contemporáneos del auge de las minas, a los que cabe suponer un papel de cierta relevancia administrativa y probable estacionamiento de efectivos militares.

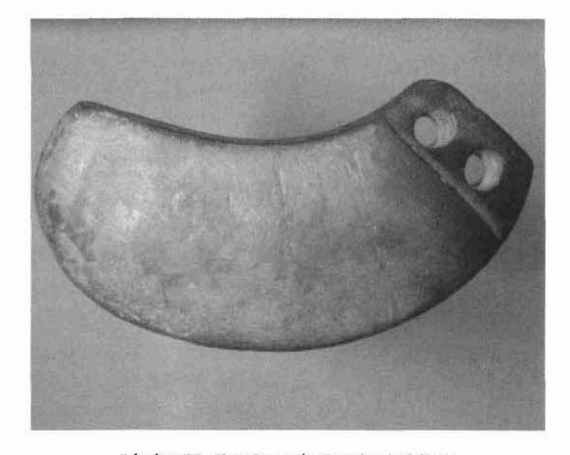


Lámina XI. Chao Samartín, Grandas de Salime. Piedra de toque fabricada en lutita.

En lo concerniente a la antigüedad de algunas labores, datadas entre los siglos IV-I a.C. a partir de las piezas de madera estudiadas en Boinás, no hay razón para descartar la explotación en esa época de afloramientos puntuales, por lo demás de fácil reconocimiento y altas leyes. A favor de esta interpretación puede argumentarse la presencia de brechas oxidadas en superficie que han proporcionado valores de hasta 500 gr/Tm y localizadas en áreas próximas al lugar de procedencia de las muestras de madera más antiguas. Esta circunstancia excepcional, en modo alguno significa que los orígenes de la explotación aurífera a gran escala pueda remontarse a tiempos anteriores a la conquista y, con ello, atribuir a las comunidades indígenas los conocimientos técnicos y capacidad operativa suficiente para generar un beneficio masivo de los recursos mineros de la región. En este sentido, no es conveniente ignorar los estudios que demuestran cómo la tecnología minera que hizo posible el beneficio generalizado de los principa-

les depósitos auríferos del Noroeste peninsular es consecuencia de la maduración de procedimientos experimentados en época republicana en otros territorios y "*legado, en último término, de las culturas más avanzadas del Mundo Antigüo*" (Sánchez-Palencia, 1989: 44).

Por otro lado, la destreza en el reconocimiento de determinados recursos minerales y la habilidad en el beneficio mediante trabajos de interior tampoco debe presentarse como acontecimiento extraordinario en una región en la que la tradición minera se remonta a mediados del III milenio a.C. (de Blas, 1998: 92). No existen razones de ningún orden para excluir el beneficio de este tipo de recursos en época prerromana, pues el mineral no ofrece mayor dificultad en su identificación y el grado de oxidación en buena parte de los afloramientos no exige un tratamiento metalúrgico complejo que pudiera considerarse inasequible para talleres con un nivel tecnológico rudimentario. En este contexto tomarían absoluta coherencia las labores subterráneas identificadas en Boinás, con dataciones radiométricas centradas en los siglos III-II a.C. (Villa, 1998: 595), y corroboradas por las maderas de cronología prerromana reutilizadas en los entibados del siglo I d.C. cuya antigüedad se remonta, en fechas dendrocronológicas, a los años 177 y 29 a.C. (Rozas y Cabo, 2002: 353) (tabla).

LABORATORIO	EDAD CARBONO-14 años BP	EDAD CALIBRADA 2 Sigma	OBSERVACIONES
CSIC-1230	2177+39	Cal BC 366-101	Boinás. En testigo geológico
Beta-143512	2130+60	Cal BC 370-5	La Brueba. En testigo geológico
CSIC-1340	2102+26	Cal BC 178-45	Boinás. En testigo geológico
CSIC-1341	2045+26	Cal BC 112-cal AD 52	Las Escorias. Centro metalúrgico
CSIC-1338	2031+27	Cal BC 92-cal AD 59	Boinás. En testigo geológico
CSIC-1339	2015+26	Cal BC 48-cal AD 64	Boinás. En testigo geológico
Beta-143511	2000+60	Cal BC 165-cal AD 120	La Brueba. En testigo geológico
CSIC-1444	1914+26	Cal AD 23-138	Boinás. Entibado galería
CSIC-1343	1903+28	Cal AD 65-213	Boinás. En testigo geológico
Beta-166225	1880+60	Cal AD 10-250	Carlés. Entibado galería

Argumentos similares permiten proponer que una vez completada la conquista, en el transcurso de las décadas anteriores al cambio de era, Roma emprendió la explotación a gran escala de estos mismos yacimientos. Implícitamente se defiende así un notable adelanto de las fechas en las que se produciría la implantación efectiva romana, al menos en determinadas zonas del área trasmontana, en el marco de un proceso integrador que se prolongó hasta los años centrales del siglo I d.C. (Orejas y Sánchez-Palencia, 1999: 35).

En realidad, tal y como se ha planteado recientemente (García-Bellido, 2002: 23-24), la reforma monetaria promovida por Augusto en el año 23 a.C. no se comprendería sin el conocimiento cierto de las importantes reservas auríferas del Noroeste peninsular, cuya explotación, incluídos los territorios trasmontanos, podría haber dado comienzo tras la finalización de las guerras contra cántabros y astures. En definitiva sería la culminación de una estrategia fraguada desde la teórica división provincial del 27 a.C. destinada a evaluar y censar los recursos del Imperio (Orejas, Sánchez-Palencia y Plácido, 2001: 70). De la diligencia estatal en la reorganización inmediata de estas regiones una vez sometidas es buen ejemplo el *Edicto de Augusto* (15 a.C.) en el que se refleja la celeridad de la intervención de los agrimensores en la estima y valoración de los recursos con el fin de agilizar su aprovechamiento y consiguiente aplicación de cargas impositivas (Mangas, 2001:53).

Al tiempo, este temprano desarrollo de la actividad minera subraya y magnifica el protagonismo que de manera inexcusable debió asumir el ejército. Su participación en el control y administración de los territorios mineros, unánimemente defendida, se perfila día a día con mayor claridad en el registro arqueológico de los poblados excavados, donde su influjo se manifiesta por igual en la obra defensiva como en las construcciones

domésticas[13] (lám. XII). El Chao Samartín ofrece en este sentido ejemplos significativos como la introducción de la *fossa duplex* en el sistema de fortificaciones o la integración de edificios con planta de *contubernia* campamental en la trama urbana del viejo castro. Durante el siglo I d.C. y hasta su destrucción en la segunda mitad del siglo II, el poblado debió acoger a personajes de alto rango -como evidencia la construcción, también en el espacio intramuros, de una *domus* con atrio y deambulatorio columnado- y desempeñar, en su condición de *civitas*, un papel destacado en la administración comarcal entre cuyas atribuciones, cabe suponer, la de centro receptor[14] y custodio del metal producido en su área de influencia (lám. XIII).





◄ **Lámina XII.** Imagen comparativa entre las construcciones de nueva planta construidas durante el siglo I d.C. en el castro de Chao Samartín (A) y los contubernia campamentales de León (B) (García Marcos, 2003: 286) y Aquae Querquennae en Bande, Orense.



▲ **Lámina XIII.** Estancias del área noroccidental con deambulatorio columnado, en proceso de excavación, de la domus altoimperial de Chao Samartín. Grandas de Salime.

[13] La influencia militar en el registro arqueológico del Chao Samartín ha sido tratado en diversos trabajos, fundamentalmente, a partir de los estudios particulares sobre el numerario (Gil, 1999; Gil y Villa, 2004).

[14] Sin que deba descartarse, visto el instrumental y restos metalúrgicos recuperados, el concurso de los artesanos locales en la afinación del metal antes de su incorporación definitiva al circuito oficial.

BIBLIOGRAFÍA

- **Albertos Firmat, M.L. (1975):** "Organizaciones suprafamiliares en la Hispania Antigua", en *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología XL-XLI*, pp. 5-66. Universidad de Valladolid.
- **Blas Cortina, M.A. (1998):** "Producción e intercambio de metal: la singularidad de las minas de cobre prehistóricas del Aramo y El Milagro (Asturias)" en G. Delibes de Castro (Coor.): *Minerales y metales en la prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la península* ibérica. pp.71-103. Universidad de Valladolid.
- **Blas, de y Villa, A. (2002):** *Los poblados fortificados del noroeste de la Península Ibérica: Formación y desarrollo de la Cultura Castreña.* Actas de los *Coloquios de Arqueología en la cuenca del Navia.* Ayuntamiento de Navia y Parque Histórico del Navia.
- **Bouza Brey, F. (1963):** "Cuentas de bronce decoradas de los castros galaicos" en *Cuadernos de Estudios Gallegos, LIV*, pp. 5-15. Madrid.
- **Brochado de Almeida, C.A. (1990):** *Proto-historia e romanizaçao da Bacia Inferior do Lima.* Estudos Regionais nº 7-8. Centro de estudo regionais. Viana do Castelo.
- **Camino, J. y Viniegra, Y. (1993):** "Aproximación a la minería aurífera y al poblamiento castreño de la cuenca baja del río Eo en Asturias" en *Seminario de Estudios de Arte y Arqueología LIX*, pp. 141-151. Universidad de Valladolid.
- **Carrocera Fernández, E. (1995):** "El territorio de los astures: los castros" en *Astures. Pueblos y culturas en la frontera del imperio romano*, pp. 53-65. Asociación Astures-Gran Enciclopedia Asturiana. Gijón.
- **Cauuet, B. (1999):** "L'explotation de lór en Gaule à l'Age du Fer", en *L'or dans l'antiquité. De la mine à l'objet*, pp. 17-30. Aquitania, supplément 9. Francia.
- **Diego Santos, F. (1977):** *Asturias Romana y Visigoda. Historia de Asturias 3.* Ayalga Ediciones. Salinas.
- **(1985):** *Epigrafía romana de Asturias.* Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo.
- **Domergue, C. (1987):** *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique.* Publication de la Casa de Velázquez. Serie Archeologie VIII. Diffusion de Boccard. Madrid.
- **(1990):** *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité Romaine.* Collection de L'Ecole Française de Rome. Roma.
- **Éluère, CH. (1986):** "A prehistoric touchstone from France", en *Gold Bulletin 19(2)*, pp. 58-61.
- **Escortell Ponsoda, M. (1982):** *Catálogo de las Edades de los Metales del Museo Arqueológico de Oviedo.* Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias. Oviedo.
- **Francisco, J. de y Villa, A. (e.p.):** "Nuevo testimonio epigráfico de *civitates* galaicas en Asturias" en *Larouco.*
- **Francisco, J. de y Villa, A. (2005):** "Toponimia antigua de algunos asentamientos castreños en el occidente de Asturis", en Revista de Filoloxía Asturiana. Alrizoras y Trabe.
- **Fernández Mier, M. (1995):** "Epígrafes con ... en Asturias" en *VI Congreso Internacional de estelas funerarias. Cuadernos de Etnología y Etnografía de Navarra, nº 66*, pp. 371-376. Pamplona.
- **Fernández Ochoa, C. (1982):** *Asturias en la época romana.* Monografías Arqueológicas 1. Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Universidad Autónoma de Madrid. Fundación Santa María. Madrid.
- **García Marcos, V. (2002):** "Los campamentos militares de época augustea: el caso de León" en A. Morillo, F. Cadiou y D. Hourcade (Coords.): *Defensa y territorio en Hispania de los Escipiones a Augusto* 275-293. Universidad de León y Casa de Velázquez. Salamanca.
- **García y Bellido, A. (1942):** "El Castro de Coaña (Asturias). Nuevas aportaciones", en *Archivo Español de Arqueología XV, 48*, pp. 216-244. Madrid.
- **García-Bellido García de Diego, M.P. (20002):** "Labores mineras militares en Hispania: explotación y control" en Á. Morillo Cerdán (Coord.): *Arqueología militar romana en Hispania.* Anejos de *Gladius* 5, pp. 19-46. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ediciones Polifemo. Madrid.
- **Gil Sendino, F. (1999):** "Excavaciones en el castro del Chao Samartín (Grandas de Salime Asturias). Aproximación a la circulación monetaria en la *Asturia Transmontana* en el siglo I d.C." en *Anejos del Archivo Español de Arqueología, XX*, pp. 159-166. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- **Gil Sendino, F. y Villa Valdés, A. (2004, e.p.):** "El castro del Chao Samartín (Grandas de Salime, Asturias). Los hallazgos monetarios", *Unidad y diversidad en el Arco Atlántico en época romana, British Archaeological Reports*, 55-64. Oxford.

- **Mangas Manjarrés, J. (2001):** "*Castellum, gens* y *civitas* en el Edicto de Augusto (15 a.C.)" en F.J. Sánchez-Palencia y J. Mangas (Coord.): *El Edicto del Bierzo. Augusto y el noroeste de Hispania*, pp. 47-62. Fundación Las Médulas. Ponferrada.
- **Martín-Izard, A., Cepedal, M.A., Rodríguez-Pevida, L., Spiering, E., González, S., Varela, A. y Maldonado, C. (1997):** "The El Valle deposit: An example of porphyr-related copper-gold skarn mineralization overprinted by Late Epithermal events, Cantabrian Mountains, Spain" en H. Papunen (Ed.): *Mineral Deposits: Research and Exploration*, pp. 659-662. A.A. Balkema. Roterdam.
- **Maya González, J.L. (1990):** "La Explotación Minera y la Metalurgia Romana en Asturias" en *Historia de Asturias. Prehistoria-Historia Antigua*, pp. 193-212. Editorial Prensa Asturiana. Oviedo.
- **Orejas, A. y Sánchez-Palencia, F.J. (1999):** "Arqueología de la conquista del noroeste de la Península Ibérica" en *Actas del II Congreso de Arqueología Peninsular. Tomo IV, Arqueología Romana y Medieval*, pp. 23-37. Zamora.
- **Orejas, A., Sánchez-Palencia, F.J. y Plácido, D. (2001):** "El edicto de Augusto del Bierzo y la primera organización romana del noroeste peninsular" en F.J. Sánchez-Palencia y J. Mangas (Coord.): *El Edicto del Bierzo. Augusto y el noroeste de Hispania*, pp. 63-112. Fundación Las Médulas. Ponferrada.
- **Pereira Menaut, G. (1978):** "Caelo Cadraiclonis F. Cilenus ... Berisamo *et al.* Centuria or Castellum. A discusion" en *Hispania Antiqua VIII*. Universidad de Valladolid.
- **Romero Masiá, A (1987):** *Castro de Borneiro. Campaña 1983-84. Arqueoloxía/Memorias* 7. Xunta de Galicia.
- **Rozas, V. y Cabo, L. (2002):** "Dataciones geoquímicas y dendrocronológicas de época romana en Asturias", en M. de Blas y A. Villa (Eds.): *Los poblados fortificados del noroeste de la Península Ibérica: Formación y desarrollo de la Cultura Castreña*, pp. 345-356. Navia.
- **Sánchez-Palencia, F.J. (1989):** "Explotaciones del oro en la Hispania Romana: sus inicios y precedentes" en *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas II*, pp. 35-53. Ministerio de Cultura. Madrid.
- **Sánchez-Palencia, F.J. y Suárez, V. (1985):** "La minería antigüa del oro en Asturias" en *El Libro de la Mina*, pp. 221-241. Mases Ediciones. Asturias.
- **Santos Yanguas, N. (1991):** *La Romanización de Asturias*. Patrimonios culturales de las Españas 9. Colegio Universitario-Ediciones Istmo. Oviedo.
- **Sastre Prats, I. (2001):** *Las formaciones sociales rurales de la Asturia romana*. Ediciones Clásicas. Madrid.
- **Schulz, G. (1854):** *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*, edición facsímil de 1988. Alvízoras Libros. Oviedo.
- **Villa Valdés, A. (1998):** "Estudio arqueológico del complejo minero romano de Boinás, Belmonte de Miranda (Asturias)", en *Boletín Geológico y Minero Vol. 109, nº 5 y 6*, pp.169-178. "El oro en España" (Puche, O., Edit.). Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- **(1999):** "Las explotaciones auríferas romanas de *El Valle* (Asturias). Un modelo de investigación arqueológica desarrollado en el contexto de la minería moderna", *en Simposio sobre Arqueología Industrial: conservación y recuperación del patrimonio minero-metalúrgico en el mundo hispánico. 49 Congreso Internacional de Americanistas*, (Mata Perelló, J.M. y Puche Riart, O., Edit.) pp. 53-77. Quito, 1997.
- **(2002):** "Periodización y registro arqueológico en los castros del occidente de Asturias", en M.A. de Blas y A. Villa (eds.): *Los poblados fortificados del noroeste de la Península Ibérica: formación y desarrollo de la Cultura Castreña*, pp. 159-188. Ayuntamiento de Navia-Parque Histórico del Navia.
- **(2004):** "Orfebrería y testimonios metalúrgicos en el castro de Chao Samartín, Asturias (España)" en A. Perea, I. Montero y O. García (eds): *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*. Anejos de Archivo Español de Arqueología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Evidencias de minería antigua en la cuenca alta del río Esla (León, España)

Eduardo Alonso Herrero*, Roberto Matías Rodríguez, Natividad Fuertes Prieto***, Lucía Pérez Ortíz***, Felipe San Román Fernández*** y Ana Neira Campos*****

*Área de Edafología y Química Agrícola, E.S.T.I.Agraria, Universidad de León.
**Dpto. de Ingeniería Minera, E.U.I.T. de Minas, Universidad de León.
***Área de Prehistoria, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de León.
decanc@isidoro.unileon.es

RESUMEN

Se presentan los primeros resultados del trabajo de campo realizado en la cuenca alta del río Esla (León, España) y centrado en el estudio de los recursos minerales de oro, cobre y mercurio. Se han estudiado, así mismo, otros indicios mineros relacionados con el antimonio el hierro y el plomo. Destaca en la zona la amplia presencia de pequeñas mineralizaciones de cobre (carbonatos y sulfuros, principalmente) así como tres yacimientos de cinabrio y dos de oro.

Palabras clave: Edad Antigua, León, Metalurgia, Minería, Prehistoria, Río Esla.

ABSTRACT

We present the first results on field work on the Upper Basin of Esla river (León, Spain). The works where mainly focused in resources of gold, copper and mercury. We also study other mineral resources related with antimony, iron and lead. We must also emphasize the wide presence of copper ores (mainly carbonates and sulphides) and three sites with cinnabar and two gold ones.

Key words: *Ancient Times, Esla River, León, Metallurgy, Mining, Prehistory.*

INTRODUCCIÓN: CONTEXTO GEOLÓGICO E HISTÓRICO

La zona estudiada y denominada Alto Esla corresponde a la cabecera de dicho río, ubicada en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica sobre rocas sedimentarias del Paleozoico de la Zona Cantábrica. Los yacimientos e indicios metálicos que afloran en esta zona de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica se asientan sobre las rocas sedimentarias del Paleozoico de la Zona Cantábrica y pequeñas intrusiones tarcihercínicas. Pertenecen a las unidades del "Pisuerga-Carrión", "Manto del Ponga", "Cuenca Carbonífera Central" y Esla-Valsurbio" (Suárez Rodríguez, A. *et al.*, 1995).

Dentro de esta encrucijada de unidades estructurales cabalgantes, destaca la presencia de una serie de intrusiones ígneas tardihercínicas de naturaleza calcoalcalina en forma de diques, sills y pequeños stocks, salvo el de Peña Prieta de mucho mayor tamaño (Gallastegui *et al.*, 1990). Relacionados con estas rocas ígneas y con alteraciones hidrotermales se sitúan una serie de afloramientos con mineralizaciones de arsénico-antimonio y oro en zonas de fractura o cizalla. Las mineralizaciones de Au, As y Sb se encuadran en el denominado distrito de Riaño-Estalaya, así como las de Cu y Hg, encajadas principalmente en las calizas carboníferas en relación con dichas intrusiones ígneas de tipo granodiorítico.

El poblamiento antiguo de este área es poco conocido aunque sabemos que se remonta, al menos, al Aziliense (Neira Campos, *et al.* 1997). El modelo de hábitat más frecuente desde la Prehistoria Reciente corresponde al tipo castreño. En la zona se conocen, aproximadamente, una quincena de castros, ninguno de los cuales ha sido objeto de excavación arqueológica, lo que limita gravemente nuestras posibilidades interpretativas. La presencia de hallazgos superficiales parece indicar que esta forma de poblamiento puede remontarse en algún caso a la Edad del Bronce. Así, el castro de "La Cildad" (Sabero) parece haber conocido una ocupación en este período, si nos atenemos a la aparición en el mismo de la denominada espada de Sabero, tipológicamente adscribible al Bronce antiguo (Delibes, Avello y Rojo, 1982), y también a la presencia de restos cerámicos y de un fragmento de una fíbula de codo, atribuible al Bronce final, que serían anteriores al poblamiento del mismo en la Segunda Edad del Hierro (Celis, 1998-1999). En la mayor parte de los casos, sin embargo, resulta compleja la determinación concreta del momento o momentos de ocupación, pues este tipo de yacimientos arqueológicos no sólo conocen un florecimiento durante la Segunda Edad del Hierro y en Época Romana, momentos en los que esta región formaba parte de las tierras de los vadinienses, un grupo del *populus* de los cántabros, sino que se siguen (re)utilizando en Época Medieval (Mañanes y Bohigas, 1979; Gutiérrez, 1986-1987, 1995). Esta larga perduración del modelo castreño, unida a las dificultades de visualización que provoca una rica cobertura vegetal, dificultan la discriminación de las posibles fases de ocupación de cada uno de estos asentamientos e imposibilitan cualquier consideración sobre sus funciones económicas y sociales.

Las noticias sobre minería antigua en el Alto Esla, se remontan a los trabajos de Gómez Moreno (1925) quien hace una vaga referencia a la presencia de abundantes minas antiguas de cobre en Anciles y Corniero. Poco se ha hecho desde entonces en este campo, lo que unido al conocimiento de las posibilidades metalíferas de esta zona nos animó a realizar una exploración de reconocimiento superficial (en campo) de aquellos lugares con indicios de carácter metálico que habrían podido ser objeto de explotación durante la Prehistoria Reciente y en Época Romana[1]. Como recursos metálicos presentes en esta área y factibles de haber sido explotados en aquellos momentos tendríamos: el cobre, el mercurio (*minium*), el oro, el hierro, el plomo, la plata y el antimonio. En este trabajo, sin embargo, presentamos únicamente los resultados provisionales obtenidos sobre los tres primeros.

Para finalizar esta introducción queremos señalar que la presencia de yacimientos e indicios mineros es muy abundante en toda la zona, si bien la totalidad de los yacimientos estudiados han sido explotados en Época Contemporánea, durante un período que abarca desde finales del siglo XIX hasta finales del XX. Estas labores modernas, generalmente de pequeño tamaño, han desfigurado en muchos casos a los antiguos trabajos, haciéndolos difícilmente reconocibles. Una relación exhaustiva de todos estos yacimientos e indicios puede consultarse en Alonso Herrero, E. (1987), Junta de Castilla y León (1988 y 1997) y Paniagua, A. *et al.* (1990b y 1990b).

DESCRIPCIÓN Y TIPOLOGÍA DE LAS EXPLOTACIONES (LABORES)

EL COBRE

Los indicios de cobre son muy abundantes y las mineralizaciones suelen presentarse en las zonas dolomitizadas de las calizas paleozoicas. En varios de ellos se han localizado explotaciones superficiales de carbonatos y sulfuros que, en ocasiones, adquieren la forma de pozos o zanjas de poca profundidad. Los ejemplos más representativos corresponden al "Castro" de Argovejo y a las minas de cobre de "Las Pintas" (Las Salas-Anciles) que pasamos a presentar brevemente.

[1] Estos trabajos se han realizado dentro de los proyectos de investigación "El uso de los Recursos Naturales en la Prehistoria Leonesa" financiado por la Junta de Castilla y León y "Identificación de Evidencias de Minería antigua en la Cuenca Alta del Esla. Rasgos Geomorfológicos y de Alteración" financiado por la Universidad de León.

"El Castro" de Argovejo

En un pequeño montículo situado entre las localidades de Crémenes y Argovejo se sitúan unos indicios de cobre con labores superficiales de extracción. Estos trabajos incluyen trincheras y pequeños pozos, sin que podamos descartar la presencia de alguna galería ahora colmatada de derrubios. Dicho lugar ya fue citado por Madoz (1983: 87) quien alude a la posible existencia de algún castillo *"en tiempo de los moros"* (sic), y señala la frecuente presencia de restos de distintos metales. Aunque debemos descartar la presencia de cualquier tipo de hábitat fortificado en este lugar, esta cita nos parece interesante por indicar que los trabajos extractivos tienen una clara antigüedad.

La mineralización corresponde principalmente a calcopirita con una fuerte alteración a malaquita y algo de azurita en calizas dolomitizadas de la formación "Caliza de Montaña" del Carbonífero Inferior.

Sobre la superficie de este yacimiento se localizan molinos de trituración de mineral que corresponden a grandes cantos redondeados de cuarcita de origen fluvial, parcialmente desgastados. Este mismo material, sin embargo, se utilizó también para construir cercas y bancales, lo que dificulta en muchos casos la discriminación de los molinos de los materiales de construcción.



FOTO 1. Trinchera del castro de Argovejo.

Labores de Peñas Pintas (Sur)

En la vertiente sur del pico de Peñas Pintas (1988 m), próximo a la localidad de Las Salas, se encuentran unas labores mineras subterráneas en las que se beneficiaron minerales de cobre. El indicio más conocido de estas explotaciones se remonta a finales del siglo XIX, siendo una compañía inglesa la que aportó el capital. En 1945 se continúan los trabajos. A pesar de que aparecieron bolsadas muy ricas en cobre, estas no tenían la suficiente continuidad y las labores se paralizaron siete años más tarde.

La existencia en Peñas Pintas de numerosos afloramientos superficiales de carbonatos de cobre (azurita y malaquita) parece que no pasó desapercibida en la antigüedad. Se hace evidente que sobre las labores subterrá-

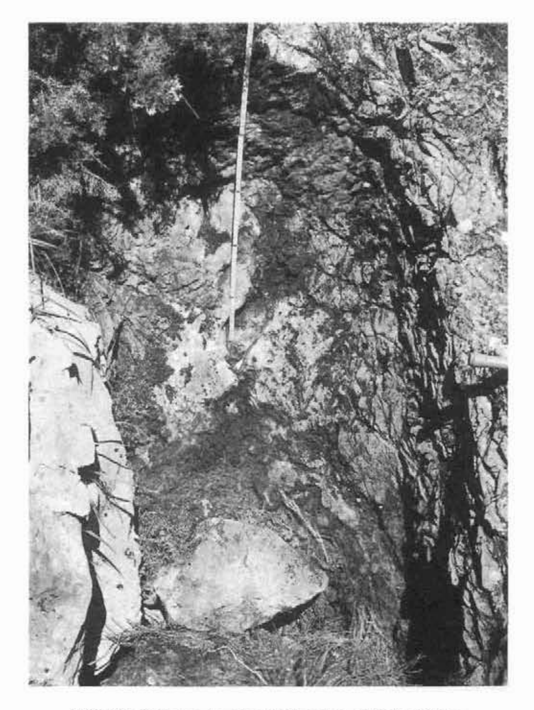


FOTO 2. Vaciados de mineral de cobre en Peñas Pintas.

neas modernas existen trabajos superficiales mucho más antiguos. Estos consisten en el aprovechamiento de los carbonatos de cobre presentes en la zona de oxidación del yacimiento, dando como resultado unas superficies de vaciado características que adoptan la forma de pequeños pozos de 1 m de profundidad y unos 50 cm de diámetro medios. Es posible que la cita sobre minería antigua de cobre en Anciles que realizó Gómez Moreno (1925: 98) haga referencia a algunos de estos trabajos.

Otras labores

Otros trabajos superficiales, consistentes principalmente en zanjas y pozos, han sido localizados en "La Melendosa" (Villafrea de la Reina), "La Rasa" (Barniedo de la Reina), "El Calero" (Barniedo de la Reina) y al Norte de "El Castro" (Verdiago). En este último caso debemos señalar la proximidad de las explotaciones a un poblado castreño que ha proporcionado materiales de Época Romana (Gutiérrez, 1986-1987).

EL CINABRIO

De mucha mayor envergadura resultan las explotaciones antiguas de cinabrio en Lois y Riosol (Maraña), además de en Pedrosa del Rey. En Riosol se han hallado evidencias de importantes explotaciones en Caliza de Montaña formando un entramado de galerías subterráneas de desarrollo vertical que fueron trabajadas exclusivamente con mazas de piedra y diverso instrumental lítico. Las mineralizaciones de Lois, además de extensas labores superficiales en roca, presentan evidencias claras de aprovechamiento de los sedimentos kársticos de su interior, enriquecidos en concentrados de cinabrio. Este último tipo de explotación resulta novedoso y de gran interés por la posibilidad de poder estar representada en esta zona la forma inicial de beneficio de este tipo de mineral. Igualmente, en Lois han sido localizados instrumentos líticos relacionados con la minería conjunta en roca y sedimentos kársticos.

Mina de cinabrio de Lois-Este

Al igual que las demás explotaciones de cinabrio del entorno, esta mina tuvo su fase de apogeo en los años 60-70, etapa de máximo precio del mercurio en los mercados internacionales. Destaca del entorno la presencia aún de los edificios de las instalaciones de tratamiento y oficinas de la mina, aunque en bastante mal estado. La mineralización aflora en la ladera este de la montaña, por encima de las instalaciones modernas, en donde se efectuaron transversales a diferentes alturas buscando las venas de cinabrio. El éxito de estas labores se vio muy reducido ya que, a pesar de presentar buenas perspectivas en el afloramiento, el núcleo de la mineralización está karstificado, lo que obligó a la paralización de los trabajos al encontrarse las galerías con una cueva natural.

Sin embargo, hemos localizado también labores más antiguas de dos tipos, superficiales y subterráneas. Las primeras consisten en el desmonte manual del afloramiento *in situ* para obtener las arenas y porciones de mineral, lo que ha dejado como residuo una plataforma semicircular característica. Sobre la ladera de la montaña, 200 m al sureste del afloramiento, aparecen removidos los derrubios formando un gran bancal a modo de escombrera, sobre el que se sitúa otro más reducido, existiendo a lo largo de la vaguada hasta la roca firme varias pequeñas excavaciones superficiales de igual origen y con la misma finalidad. En esta escombrera se encuentran mazos de cuarcita, de muy diversos tamaños y pesos que presentan claras marcas de golpeo en sus extremos y diferentes piqueteados en la parte media de su contorno destinados al enmangue.



FOTO 3. Vaciado de sedimentos kársticos con cinabrio en la cueva de Lois.

Las labores subterráneas, por su parte, merecen especial atención. Cuando, a finales de los años 50 del siglo XX, la Sociedad de las Minas de Mercurio de Lois abría un nuevo travesal, los trabajos se vieron interrumpidos al perforar la pared de una cavidad kárstica. Dentro de esta cueva natural, cuya entrada original aún no hemos localizado, apareció el famoso caldero del Bronce final junto con otros restos arqueológicos entre los que destaca un pico de hierro (Schubart, 1961). Los rellenos detríticos, arenas y limos, de este karst están fuertemente mineralizados de gravillas y arenas de cinabrio y han sido explotados. Se han detectado los vaciados de muchos de los depósitos de este tipo situados en los lugares accesibles de la cueva, quedando en algún caso restos con abundante presencia de cinabrio. Por todas partes aparecen huellas de punzamiento en las arcillas de decalcificación y en la propia caliza para su extracción. Los trabajos más importantes se encuentran en lo que hoy es la parte más profunda del sistema kárstico, donde se evidencia el aprovechamiento intensivo de una zona brechificada mediante laboreo sistemático de la roca disgregada y mineralizada, lo que ha dado lugar a una importante acumulación de estériles en el piso de la cavidad.

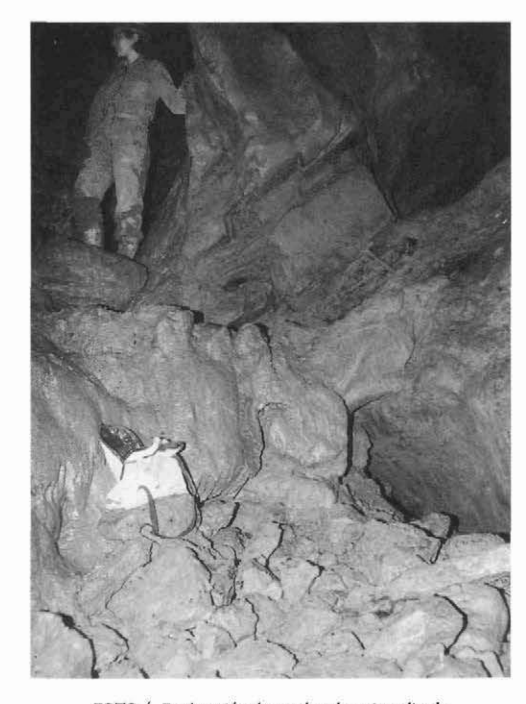


FOTO 4. Explotación de una brecha mineralizada en la cueva de Lois.

Por otro lado, tenemos constancia de la existencia de varios mazos líticos aparecidos en el interior de la cueva. Estos martillos están realizados sobre cantos rodados de cuarcita, tienen formas arriñonadas y presentan en los dos lados mayores opuestos dos pequeñas cúpulas realizadas mediante piqueteado y de forma circular que deben corresponder a algún tipo de sistema de sujección. Entre los paralelos que hemos localizado para estas piezas con cúpula destacan, por su antigüedad, los de los yacimientos arqueológicos calcolíticos del distrito de Cabrières (Hérault, Francia) donde se conocen piezas semejantes asociadas a la metalurgia del cobre (Cert, 2003).

Mina de cinabrio de Riosol (mina Carmina)

Las labores modernas de esta mina datan también de los años 60-70 del siglo XX, siendo las más importantes de cuantas se efectuaron en la zona. Comenzaron en el afloramiento de la mineralización, a 1800 m de altitud, descendiendo progresivamente mediante galerías transversales hasta la cota 1450 m. El inicio de los trabajos se hizo sobre unas labores muy antiguas que alcanzaban los 50 metros de profundidad en desarrollo vertical, explotándose con ellas un cuerpo cilíndrico mineralizado de cinabrio en venillas centimétricas. La mayor parte de los vestigios de las labores antiguas han desaparecido como consecuencia de los trabajos modernos, pero aún se pueden apreciar huellas de los vaciados que se realizaron tanto en superficie como en profundidad. Estos vaciados corresponden a labores mineras efectuadas con instrumental lítico para la extracción del cinabrio contenido en la roca o en pequeñas masas y venillas centimétricas, por lo que presentan superficies totalmente irregulares siguiendo el desarrollo de la mineralización.



FOTO 5. Labores prehistóricas de la mina Carmina (Riosol).

En función de los datos recogidos sobre los restos de las labores que aún se aprecian, se podría aventurar una cubicación de los trabajos antiguos que arrojaría una cifra de 2000 m^3 explotados. En las escombreras modernas aparece numeroso instrumental lítico procedente del interior de la mina. Está realizado fundamentalmente sobre cuarcita, del que destaca una amplia variedad de mazos semejantes a los localizados en el exterior de la mina de Lois.

Mina de cinabrio de Las Señales (mina Escarlatti)

Esta mina, muy próxima a la anterior aunque de menor envergadura, presenta un desarrollo en vertical de los trabajos modernos de más de 300 m, la mayoría realizado mediante minería subterránea por el método de cámaras y pilares. En el afloramiento de la mineralización, situado a 1450 m de altitud, se aprecian todavía algunos vestigios de antiguas escombreras, tapizadas por 20 cm de un horizonte A de tipo mólico. Las exhaustivas labores a cielo abierto y subterráneas realizadas modernamente han desfigurado el terreno. D. Anacleto Suárez, antiguo perito de esta

mina nos ha comunicado el hallazgo, en el momento de apertura de la mina moderna, de una explotación tipo embudo con pequeños peldaños helicoidales en las paredes de dicho embudo. En su escombrera, producto de las excavaciones superficiales realizadas en la zona de meteorización del yacimiento para el aprovechamiento del cinabrio, también se ha observado la presencia de algunos mazos de cuarcita muy parecidos a los de Mina Carmina y Lois exterior.

Mina de cinabrio de Pedrosa del Rey

Esta explotación tuvo su época de beneficio más importante en los años 60-70. De estos trabajos se conservan las actuales escombreras, asociadas casi todas ellas a labores de investigación, realizándose la extracción del mineral únicamente por un plano inclinado que daba acceso a un sistema de explotación por cámaras y pilares en distintos niveles. Todo este conjunto minero es inaccesible actualmente a consecuencia de hallarse inundado.

El yacimiento principal aflora en superficie, presentando asimismo una importante dispersión de pequeñas y numerosas venas mineralizadas. Del afloramiento de la mineralización no se conserva prácticamente ningún resto, aunque se ha podido constatar la existencia de un pequeño conjunto kárstico con abundantes arcillas de descalcificación portadoras de cinabrio, en el que se han evidenciado vestigios de explotación antigua.

En la zona este y sur, principalmente, existen numerosas excavaciones superficiales de unos 2 metros de profundidad abiertas en los derrubios de ladera, las cuales corresponden a aprovechamientos de los materiales calizos para la fabricación de cal viva, proceso del que se constata también la presencia de un horno de cal en la parte norte del macizo, cerca de la mineralización principal, con residuos de materiales vitrificados y del combustible empleado (carbón mineral).

EL ORO

Respecto a la minería antigua del oro, hasta el monento se han localizados dos huellas en esta zona cuya tipología parece remontarse a Época Romana, ampliando de esta forma la distribución geográfica de la minería romana



FOTO 6. Mazas de cuarcita de la cueva de Lois.

del oro en el Noroeste de la Península Ibérica. Dichas huellas se sitúan en el valle de Guspiada (Barniedo de la Reina) y en la ladera sur de la sierra de Hormas (Riaño).

Valle de Guspiada (Barniedo de la Reina)

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas sobre el terreno y el estudio detallado de la fotografía aérea del entorno (vuelo del ICONA de 18 de junio de 1983 a Esc. 1: 20.000, pasada 10, par 5669-5670), se ponen de manifiesto unos arrastres superficiales en la ladera norte del valle que corresponden a un conjunto minero repartido por toda la pendiente, desde la divisoria de aguas hasta el arroyo del fondo del valle.

Destaca la existencia de tres zanjones superficiales rectilíneos que recorren visiblemente toda la explotación en sentido descendente, paralelos al arroyo de drenaje de la ladera en la que se encuentran. En el entorno de estas labores y por encima de ellas se pueden apreciar numerosas excavaciones a modo de trincheras y zanjones, todo ello recubierto de abundante vegetación, que dificulta apreciar sus verdaderas dimensiones. También se evidencian, ladera abajo hacia el sur, algunos arrastres superficiales de origen artificial. El origen romano de estos trabajos ya fue señalado por Pérez (1948).

Como vestigios modernos de minería encontramos tan sólo, ya en la parte más alta de la ladera, un pocillo de exploración de 6 metros de longitud, 2 de anchura y 4 de profundidad que pone al descubierto un filón de cuarzo blanco de unos 10 a 15 cm de potencia, mineralizado con arsenopirita en grandes cristales.

Sierra de Hormas (Riaño)

En la ladera sur de la Sierra de Hormas, a unos 1750 m de altitud, en el paraje denominado "Monte de la Mina", existen unas pequeñas excavaciones sobre un afloramiento de cuarzo con arsenopirita fuertemente alterada. La poca alteración de estas labores no parecen indicar una minería muy antigua. Sin embargo, en el fondo del valle, por debajo de estas labores, se aprecia la presencia de varios amontonamientos de cantos (murias) procedente del lavado de los sedimentos del arroyo que drena la zona.

CONCLUSIONES

Los datos presentados constituyen una primera aproximación que deberá ser desarrollada en futuras investigaciones. Las perspectivas que se nos presentan varían en función de los metales extraidos.

Las labores de los yacimientos de cobre presentan una tipología antigua pero se carece del instrumental extractivo u otros indicios que permitan aproximarnos a su cronología. Podría tratarse de explotaciones prehistóricas, pero también podrían corresponder a momentos históricos de crisis en los que se recurre a estos recursos para mantener producciones autárquicas dentro de comunidades sin acceso a grandes sistemas técnicos.

En el caso del cinabrio, la presencia de instrumental pétreo permite remontar en el tiempo el origen de estas explotaciones a la Prehistoria. En el caso de la mina de Lois-Este, la presencia del caldero en el mismo entorno que las mazas puede indicar que esta cavidad era transitada y explotada por las gentes del Bronce Final. Aun podemos remontar más atrás en el tiempo el origen de la explotación de este mineral si tenemos en cuenta que, en Osorno (Palencia), el monumento funerario de tradición dolménica de "La Velilla" contuvo en su unidad superior un osario colectivo cubierto de bermellón (Delibes y Zapatero, 1996) que tiene sus fuentes de aprovisionamiento más próxi-

mas en nuestra zona de estudio. Por otro lado, la explotación de los sedimentos kársticos documentada en la cueva de Lois se une así a la ya encontrada en Miñera de Luna (Matías *et al.*, 2000-2001 y 2002) y podrían constituir una forma muy antigua de explotación. En cualquier caso, no podemos descartar que algunas de estas labores puedan ser de época histórica posterior.

En el caso del oro, las características tipológicas de las explotaciones de Hormas y Valle de Guspiada apuntan claramente a la época romana. El interés de las mismas radica en que extienden hacia Occidente el núcleo de explotación localizado en el Alto Carrión (Canto, J.C. del; *et al.*, 2002).

BIBLIOGRAFÍA

- **Alonso Herrero, E. (1987):** *Inventariación, análisis y evaluación integrada del medio natural de la Comarca de Riaño. León.* Tesis Doctoral. Universidad de León, Inédita.
- **Blas Cortina, M.A. (1989):** "La minería prehistórica del cobre en las montañas astur-leonesas", en DOMERGUE, CL. (Coord.): *Minería y Metalurgia en las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas*, vol. I pp. 143-155.
- **Canto, J.C., del Alonso Herrero, E., Matías Rodríguez, R., Morillo, A. y Neira Campos, A.(2002):** "Explotaciones auríferas romanas en el Alto Carrión (Palencia, España)" en MATA-PERELLÓ, J.M. y GONZÁLEZ, J.R., (Eds.): *Libro de Actas del Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia antigua en el Sudoeste Europeo*, vol. II, pp. 337-349.
- **Celis Sánchez, J. (1998-1999):** "Una fíbula de codo en las estribaciones de la cordillera cantábrica: La Cildad", Sabero, León", *Lancia* 3, pp. 287-296.
- **Cert, CL. (2003):** "Les outils de métallurgistes de la Capitelle du Broum a Péret (Hérault). Données preliminaires dans le contexte regional" en FERNÁNDEZ MANZANO, J. y HERRAN MARTINEZ, J.I. (Eds.): *Mineros y fundidores en el inicio de la Edad de los Metales. El Midi francés y el Norte de la Península Ibérica*, León, pp. 59-69.
- **Delibes, G., Avello, J.L. y Rojo, M.A. (1982):** "Espadas del Bronce Antiguo y Medio halladas en la provincia de León", *Zephyrus* XXXIV-XXXV, pp. 153-163.
- **Delibes, G. y Zapatero, P. (1996):** "De lugar de habitación a sepulcro monumental: una reflexión sobre la trayectoria del yacimiento neolítico de La Velilla, en Osorno (Palencia)", *Actes I congrés del Neolític a la Península Ibérica*, vol. 1, pp. 337-348.
- **Gallastegui, G., Heredia, N., Rodríguez Fernández, L.R. y Cuesta, A. (1990):** "El stock de Peña Prieta en el contexto del magmatismo de la Unidad del Pisuerga-Carrión (Zona Cantábrica, N de España)". *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 15:203-217.
- **Gómez Moreno, M. (1925):** *Catálogo Monumental de España. Provincia de León (1906-1908)*, Edición facsimil, Editorial Nebrija, (León, 1979).
- **Gutiérrez González, J.A. (1986-87):** "Tipologías defensivas en la cultura castreña de la montaña leonesa". *Zephyrus*, XXXIX-XL. 329-335.
- **Gutiérrez González, J.A. (1995):** *Fortificaciones y feudalismo en el origen y formación del reino leonés (siglos IX-XIII)*. Universidad de Valladolid.
- **Junta de Castilla y León (1988):** *Registro de Indicios Mineros de Castilla y León, Provincia de León*. Consejería de Economía y Hacienda. Valladolid. Inédito.
- **Junta de Castilla y León (1997):** *Mapa Geológico y Minero de Castilla y León, Escala 1:400.000.* Junta de Castilla y León-SIENCALSA, 459 pp.
- **Luque, C. y Martínez García, E. (1983):** "Depósitos minerales en el Carbonífero en la Cordillera Cantábrica" en MARTÍNEZ DÍAZ, C. (Coord.): *Carbonífero y Pérmico de España*, IGME, Madrid, pp.163-177.
- **Madoz, P. (1983):** *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Castilla y León (Madrid, 1845-1850),* Ambito Ediciones, Valladolid.
- **Mañanes, T y Bohigas, R. (1979):** "Hallazgos arqueológicos en la zona vadiniense leonesa". *Tierras de León*, 36-37. 71-82.
- **Matías Rodríguez, R., Alonso Herrero, E. y Neira Campos, A. (2002):** "La explotación romana de Minivm (Cinabrio) en Miñera (León, España) Un ejemplo único de minería romana", en BRANDÀO, J.M. (Coord): *Actas do Congresso Internacional sobre património Geológico e Mineiro*, Lisboa, pp. 273-290.

- **Matías Rodríguez, R., Alonso Herrero, E., Neira Campos, A., Pérez Ortiz, L. y San Román Fernández, F. (2000-2001):** "Una explotación minera de Minivm (Cinabrio) atribuible a época romana en Miñera (León, España)", *Lancia* 4, pp. 127-140.
- **Neira Campos, A., Fernández Rodríguez, C., Bernaldo de Quiros, F., Fuertes Prieto, N. y Yagüez Juárez, R. (1997):** "Avance al estudio de la cueva de La Uña (La Uña, Acebedo, León)", *Lancia* 2, pp. 47-81.
- **Paniagua, A., Heredia, N. y Alonso Herrero, E. (1990a):** Geología económica (memoria) de la hoja nº 80 "Burón" del *Mapa Geológico de España escala 1:50.000, 2ª serie MAGNA, I.T.G.E.*
- **Paniagua, A., Heredia, N. y Alonso Herrero, E. (1990b):** Geología económica (memoria) de la hoja nº 105 "Riaño" del *Mapa Geológico de España escala 1:50.000, 2ª serie MAGNA, I.T.G.E.*
- **Pérez, B. (1948):** *De Tierra de la Reina en la Montaña Leonesa. Barniedo, antiguo Barneto.* Miscelánea, Imp. del Ministerio de Guerra, Lima-Perú.
- **Schubart, H. (1961):** "Atlantische Nietenkessel von der Pyrenäenhalbinsel" *Madrider Mitteilungen*, 2, pp. 35-59.
- **Suárez Rodríguez, A., Barba, P., Heredia, N., Rodríguez Fernández, L.R., Fernández, L.P. y Herrero, A. (1994):** *Mapa Geológico de la Provincia de León, escala 1:200.000.* I.T.G.E.-Dip. de León. Madrid.

El beneficio de los minerales de Riotinto en la antigüedad

Miguel Ortiz Mateo
Universidad de Huelva.
miguel.ortiz.mateo@juntadeandalucia.es

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la minería antigua realizada en Riotinto, especialmente la romana que alcanzó un auge jamás conseguido anteriormente, no siendo igualada hasta finales del siglo XIX, ya en la época de la compañía inglesa "The Rio Tinto Company Limited" (RTCL).

También se analiza la metalurgia del cobre y de la plata de Riotinto en época romana, habiéndose calculado las producciones de cobre y plata obtenidas, basadas en datos obtenidos de las escorias.

Palabras clave: cobre, escorias antiguas, escorias romanas, Metalurgia romana, Minería Antigua, Minería Romana, plata, Río Tinto, Riotinto.

ABSTRACT

In the present work is described the ancient mining that has been done at the Riotinto's Mines, in particular the roman, obtaining a development never reached before and only equally by the english The Rio Tinto Company Limited at the end of the nineteenth century.

Also it has been analysed the copper and silver metallurgy that had place in Riotinto during the roman period, having been determined the productions for both metals with the information coming from the slags.

Key words: *Ancient Mining, ancient slags, copper, Rio Tinto, Riotinto, Roman metallurgy, Roman Mining, roman slags, silver.*

INTRODUCCIÓN

La minería antigua que comprende las labores realizadas desde antes de los tartesos hasta las romanas, sin que podamos prácticamente diferenciar los trabajos previos a los romanos debido a que sus vestigios desaparecieron por los extraordinarios trabajos realizados por éstos, que cubrieron con sus escorias los escoriales anteriores, a lo que se une el posterior uso de estas escorias para su refundición, bien como fundente debido a su contenido en sílice o para aprovechar su contenido en cobre o plata, como balasto para el ferrocarril y acondicionamiento de caminos durante los siglos XVIII y XIX. No obstante, han quedado innumerables referencias en la literatura del comercio, de esta época, de los metales con el oriente próximo.

La metalurgia del cobre y de la plata tuvo en la antigüedad una extraordinaria importancia, concretamente durante la dominación romana (año 43 a.C. al 425) con claras evidencias como monedas, martillos y, sobre todo, la gran cantidad de escorias romanas depositadas, que fueron evaluadas por el Departamento de Exploración Minera de la empresa Río Tinto Minera S.A. (RTM) en 1984 en nueve millones de toneladas (incluidas las utilizadas como balasto para el ferrocarril, fundentes y otros usos), con contenidos de 0,7% de cobre, que reflejan su alto nivel metalúrgico.

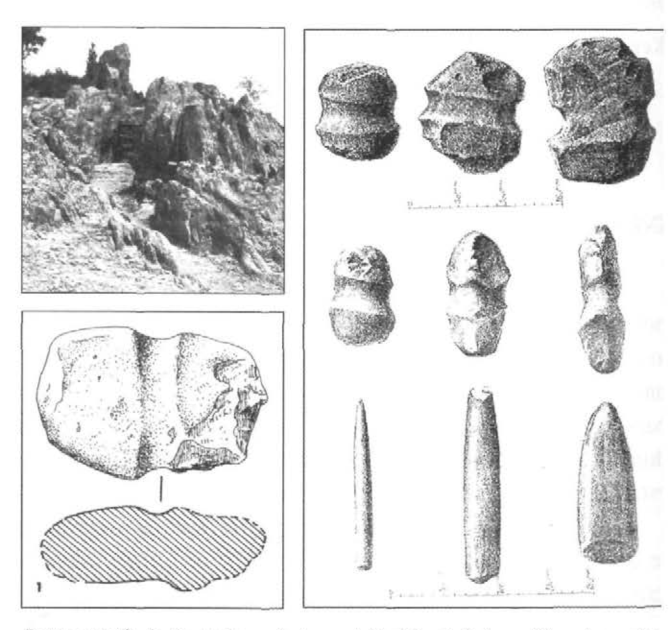


Figura 1. Localización geográfica.

MINERÍA

CALCOLÍTICO: IV-III MILENIO a.C.

- Minería del cobre muy primitiva.
- Arranque mediante mazos de piedra.



Representación de algunas herramientas protohistóricas halladas en diferentes parajes de la provincia de Huelva. Fuente: GONZALO TARÍN, 1888, T. II. Lámina 1ª.

BRONCE FINAL: SIGLO VIII-VI a.C.

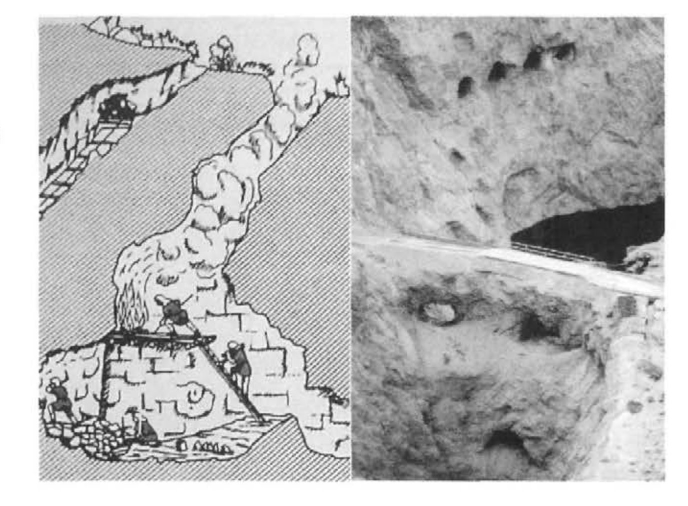
- Minería de la plata.
- Relaciones comerciales con los fenicios.
- Uso de herramientas metálicas.
- Sistema de pozos y galerías.

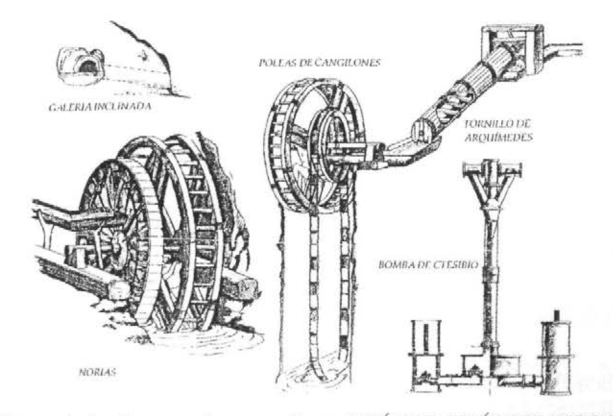


Poblado tartésico Corta Lago.

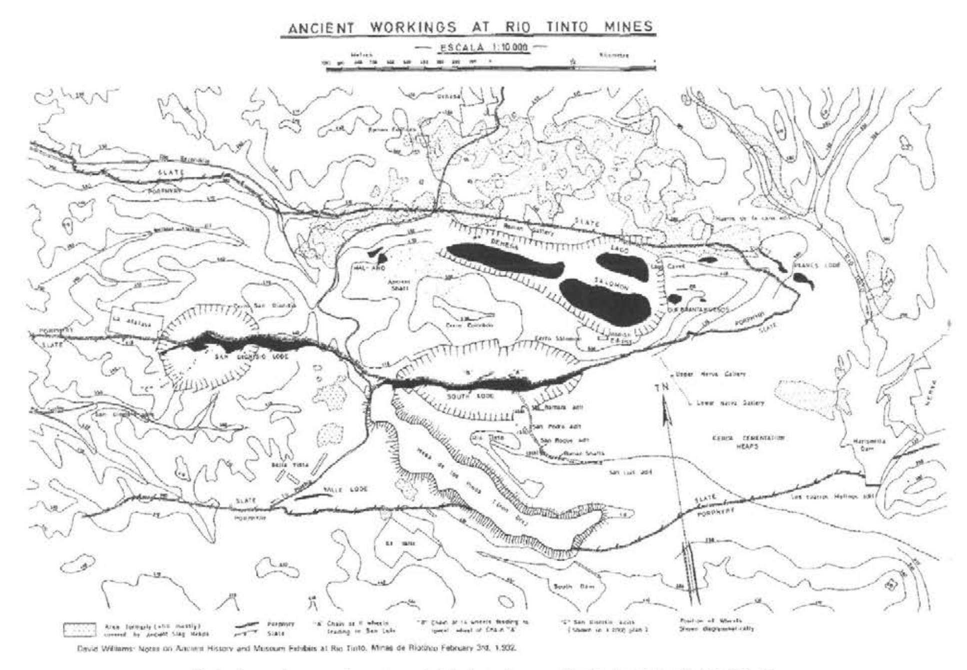
ROMANA: 43 a.C. A 425 d.C.

- Diversificación de la producción.
- Mejora de las técnicas de explotación minera.
- Crisis y abandono de las minas.

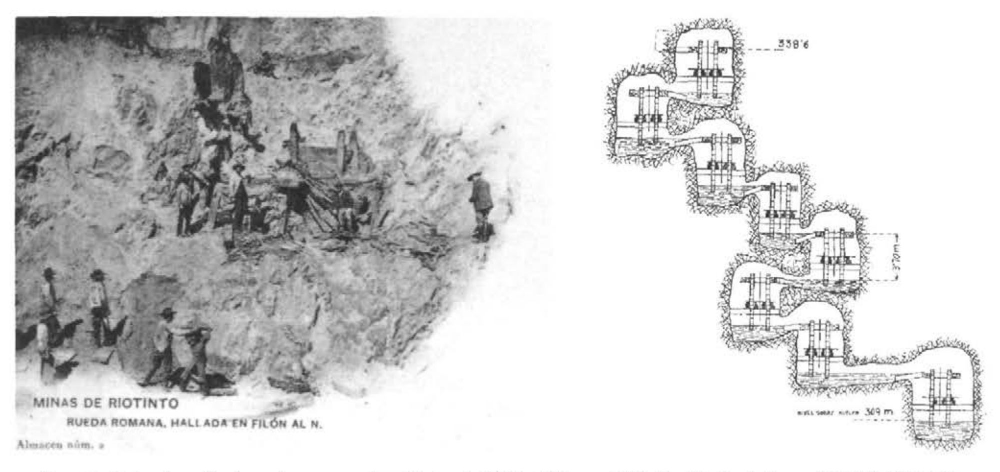




Sistemas de desagüe en una mina romana. Fuente: DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, 1995, 219.



Trabajos antiguos en las minas de Riotinto. Fuente: FLORES CABALLERO, 1981, 60.



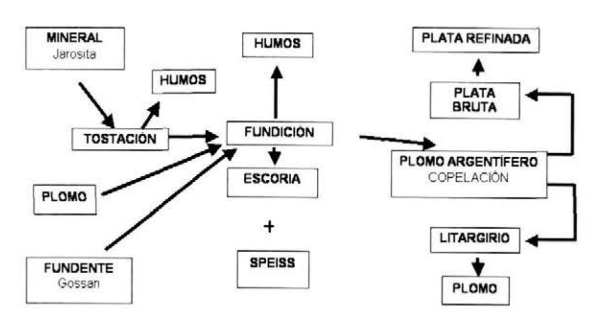
Esquema de la colocación de norias romanas descubiertas de 1919 a 1921, en el Filón Sur (Riotinto). Fuente: PALMER, 1927, 303.

METALURGIA

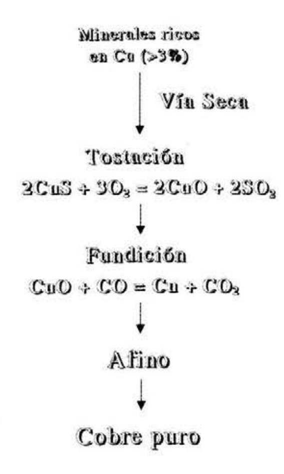
ROMANA: 43 a.C. A 425 d.C.

- Beneficio de la plata hasta finales del siglo II d.C.
- Beneficio del Cobre hasta el año 425 d.C.

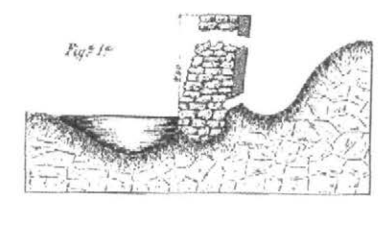
La Cuenca Minera de Riotinto ofrecía a los antiguos un conjunto de mineralizaciones cuyo beneficio podía producir Cu, Ag, Pb, Fe, sustancias colorantes (Caparrosa) y algún material noble para la construcción (Jaspes).

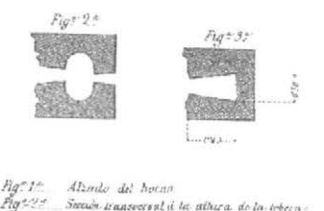


Esquema de fundición de la plata según Rothenberg & Craddock (1985).



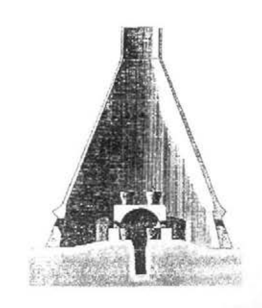
Esquema de fundición del cobre.





Restos de un horno romano.
Fuente: GONZALO TARIN, 1888, lámina n.º7.

FUNDICIÓN



Ventajas: - Alto rendimiento metalúrgico (85%).

Inconvenientes:
- Requiere mineral de alta ley.
- Elevado consumo de madera.
- Emisiones de SO_2.
- Cobre relativamente impuro.

CONCLUSIONES

- Alto nivel tecnológico como geólogos, mineros y metalúgicos, prácticamente no existe ningún indicio o yacimiento minero de la provincia de Huelva que no haya sido investigado, o explotado y beneficiado por ellos (sin brújula, sin maquinaria, sin explosivos y sin horno alto).
- La actividad minera y metalúrgica fue realmente intensa, como demuestran los inmensos escoriales (nueve millones de toneladas), los más de 1.000 pozos distribuidos por parejas y los 13 socavones, que existían en la década de 1870.
- Demostraron tener unos extraordinarios conocimientos metalúrgicos, pues una vez abandonadas las minas y perdidos estos conocimientos pasaron XIII siglos en los que fracasaron todos los sucesivos intentos rehabilitadores de las minas, hasta 1747 en que se consiguió poner a punto de nuevo la vía seca por metalúrgicos suecos y alemanes.

BIBLIOGRAFÍA

- **Carvajal, D.J. y Carvajal, J.M. (2000):** "Evolución histórica de los malacates mineros de la faja pirítica onubense". *III Sesión Científica de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero.* Huelva.
- **Craddock *et al.* (1987):** "Recovery of silver from speiss at Riotinto". *IAMS Newsletter, 10-11.* London.
- **Craddock and Hughes (ed.) (1985):** *Furnaces and smelting technology in antiquity.* London.
- **Domínguez Domínguez, C. (1995):** *El parque minero de Riotinto.* Huelva.
- **Elhuyar, F. (1854):** "Relación de las minas de cobre de Río-Tinto". *Revista Minera, Tomo V.* Madrid.
- **Flores Caballero, M. (1981):** *Las antiguas explotaciones de Riotinto.* Huelva.
- **García Palomero, F. (1986):** *Cubicación de las escorias de Riotinto. Trabajo inédito facilitado por el autor.* Huelva.
- **Gonzalo Tarín, J. (1888):** *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva.* Madrid.
- **Hunt Ortiz (1988 a):** "Metalurgia antigua de la plata, el cobre y el hierro en las minas de Riotinto". *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto.* Riotinto (Huelva).
- **Palmer, R.E. (1927):** "Notes on some ancient equipments and systems". *Transactions Institution of Mining and Metallurgy, Vol. XXXVI.* London.
- **Pérez Macías, J.A. (1996):** *Metalurgia extractiva pre-romana en Huelva.* Huelva.
- **(1998):** *Las minas de Huelva en la antigüedad.* Huelva.
- **Rhea, E.L. (1957):** *Metalurgia.* Barcelona-Madrid.
- **Rothenberg *et al.* (1990):** "El enigma de Riotinto". *Minería y Metalurgia en las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas, Tomo I.* Madrid.

La Ruta de la Plata, ¿una ruta minera?

Pedro Fandos Rodríguez
(GRUCOMI).
pfandos@hunosa.es

RESUMEN

La denominada *Ruta de la Plata* es un camino milenario al que, grosso modo, se ha adaptado la carretera N630 que discurre de manera bastante rectilínea desde Gijón hasta Cádiz y/o Huelva. Conecta dos de los yacimientos minerales más famosos y antiguos de la Península Ibérica: la faja pirítica del Sur y el arco aurífero del Norte. En el entorno de la Ruta, o conectados con ella, podemos encontrar muchas otras minerías históricas que nos obligan a contemplarla como una columna espinal dignificada por el apellido mineral que lleva en lugar de la deriva etimológica que algunos autores pretenden del árabe "balata".

La *Ruta de la Plata* se nos antoja como un camino de diseño espectacular adaptado a todos los recursos naturales. Cruza la Península como un eje mágico que, pese a su trazado rectilíneo, sortea de manera ingeniosa las cadenas montañosas más dificultosas, bebe en los principales recursos hídricos y, finalmente, divide el territorio en dos mundos bien diferenciados: el mineral al Oeste y el cereal al Este. Además, se enriquece con bellos paisajes, ricas gastronomías y grandiosos tesoros artísticos, especialmente las arquitecturas góticas que también llevan un apellido "plateresco". De acuerdo con su variada oferta la *Ruta* cuenta con una amplísima cobertura bibliográfica excepto en el tema que aquí nos reúne. Aunque parezca increíble, una ruta tan singular, que lleva además el nombre de un mineral, carece de una publicación que justifique la tesis de su origen minero. Con el ánimo de tender un puente en tan injusta brecha historiográfica, presento el trabajo adjunto. Se trata únicamente de la revisión y articulación de una gran variedad de trabajos diversos y dispersos, esperando que algún día nos sea permitida una publicación más amplia, la cual, en realidad, debería nacer de algún encuentro como el que nos ocupa. Desde aquí animo a todos los investigadores, organizaciones e instituciones a convocar un simposio monográfico sobre la minería en la *Ruta de la Plata*.

Palabras clave: Autores clásicos, Edad Antigua, Metalurgia, Minas históricas, Minería, Prehistoria, Ruta de la Plata.

ABSTRACT

The named Ruta de la Plata *is a route that follows the Spanish N630 road from Gijón to Cádiz and/or Huelva. It links two of the more famous mineral ores known in Iberian Peninsula from Antiquity: the cupper belt of the South and the aurum's arch of the NW. We can also locate many other mining spots that definitely give the mineral name that the route carries. This millenary route seems as it were planned by the best of modern specialists. It crosses as a magic axe, dividing the territory into two worlds: the mineral world to the West and the cereal one to the East. Along the* Ruta de la Plata, *we can spot a huge amount of touristic sites, all of them enlighted by rich gastronomy, beautiful landscapes and luxurious architectures. According to it, our route has piled up hundreds of publications of different subjects, but it cannot show a publication which will agree with its incredible mining history. To bridge this gap we offer the present compilations of different works in the aim that it could be the beginning of a much bigger publication that, in reality, must arise from a meeting like this. From here, I challenge to all investigators, institutions and organisations to devote to the mining in the* Ruta de la Plata.

PRESENTACIÓN

Cuando la Casa de Badajoz en Gijón me propuso dar una conferencia sobre la minería en la *Ruta de la Plata* sólo pude advertirles con lo de "zapatero a tus zapatos". El marco en el que me muevo, específico en lo profesional

(geólogo de mina), estrecho en lo geográfico (Cuenca Carbonífera Central Asturiana) y restringido en lo historiográfico (a lo sumo los dos últimos siglos con registros documentales) me obligan a reconocer que mi afición por la historia en absoluto me permitía ampliar el marco hacia una ruta milenaria en metros y en años. Sin embargo, ante su insistencia, pensé que tan famosa Ruta contaría por fuerza con un amplio registro bibliográfico. "No será difícil -me dije- localizar algún trabajo que supla mi ignorancia. En último caso, siempre nos quedará Internet,¿no es cierto?". Pues no, ¡no es cierto!. Lo que sí existe es una montaña de publicaciones dispersas y diversas, la mayoría de tipo turístico que, si llevan el título de *Ruta de la Plata*, no tratan de minería y viceversa. Hube de ponerme manos a la obra y así nació este trabajo. Tan sólo pretendo una mínima vertebración de las publicaciones existentes, con el ánimo, además, de que se inicie así un camino que permita algún día la definición de esta *Ruta* como una columna espinal conformada tras una amplísima historia minera que se documenta desde los romanos pero que nos asoma al vértigo del tiempo prehistórico. Desde aquí animo a todos los investigadores, organizaciones e instituciones a convocar un simposio monográfico sobre la minería en la *Ruta de la Plata*. ¡Y nosotros que lo veamos!.

LA RUTA DEL TIEMPO

Dice Plinio: "*Hay dos clases de plomo, el negro y el blanco. El blanco es preciadísimo; los griegos le llamaron "cassiterum"... Galleacia no da plomo negro, al paso que en la vecina Cantabria se da en abundancia. El plomo blanco no da plata, pero sí el negro*". (Caius Plinius Secundus, Naturalis Historia, XXXIV, 149). Medio milenio más tarde, dice San Isidoro de Sevilla que "*el mejor es el blanco*" y que del *plumbum nigrum*, que "*abunda en Cantabria... su origen es doble pues sale puro de su filón o aparece mezclado con plata y se funden ambas menas. De esta mezcla el primer producto líquido en el horno es el que se denomina "stagnum"; el segundo "argentum*". (Isidorus Hispalensis, Etimologiae, XXII, 16-22).

Si el viejo Plinio nos permite, con su cita, avalar la posición estratégica de Asturias entre la Galicia del plomo blanco y la Cantabria del plomo negro, un viejo poeta de las minas asturianas, José León Delestal[1], nos anima a iniciar la *Ruta de la Plata* con un juego mágico que permite nuestra vieja *piel de toro* (Strabón dixit)[2]: si doblamos el mapa peninsular haciendo eje en el río Tajo, coinciden sorprendentemente dos cabos singulares: la punta inicial que es la "A" de Asturias en el perfil del cabo Peñas, con la punta final que es Tarifa, en Cádiz: todo un sugerente viaje para el explorador más esotérico: Asturias-CádiZ, de la "A" a la "Z". Más aún, al realizar tal doblez, se superponen también dos grandes territorios minerales: los yacimientos auríferos del norte y los cupríferos del Sur, cuencas ambas regadas por dos ríos no menos singulares, el Sil berciano y el Tinto onubense. Pero lo que aún nos permite mayor sorpresa *especular* es la posición que une también las dos capitales de la *Ruta de la Plata*: *Hispalis* y *Astúrica*, nuestras Sevilla y Astorga unidas en el espejo del río Tajo.

El origen de lo que hoy conocemos como "*Ruta de la Plata*" se pierde en la milenaria noche de los pueblos púnicos, que hicieron de la explotación y comercio de los metales la base de su prosperidad[3]. En tiempos anterio-

[1] Dice José León Delestal: "*Asturias y Sevilla ¡las dos juntas! / Doblad, si queréis verlo, el viejo mapa / y en las arenas de San Juan de Nieva / se alzará por milagro la Giralda / mientras el cauce del Nalón minero / con el Guadalquivir funde sus aguas*". (Centro Asturiano de Sevilla. Catálogo 1991).

[2] Se debe al griego Strabón (64 a.C.-25 d.C.) la referencia a España como una piel de toro extendida, imagen que él recoge, a su vez, de citas más antiguas. Además, en el libro III de su *Geografía*, dice que "*Con el nombre de Iberia los antiguos* (los griegos que le precedieron) *designaron a todo el país a partir del Rhodanós... mientras que los de hoy día colocan su límite en el Pyréne y dicen que las designaciones de Iberia e Hispania son sinónimas... Los romanos han designado a la región entera indiferentemente con los nombres de Iberia e Hispania*".

[3] Dice Antonio García y Bellido que los púnicos monopolizaban el mercado de minerales de Occidente, cuyo centro fue Tartessos, y debían conocer ya de antiguo el aspecto físico de gran parte de la Península. Entre los cartagineses hubo de haber una literatura geográfico-comercial en forma de roteros o periplos, destinada a facilitar la navegación por las tierras de su imperio y el trato con los pueblos de su entorno. Sabemos por Strabón que nuestros antepasados púnicos contaban incluso con gramática propia. Pero la fatalidad de los hechos ha dado lugar a que famosas tablillas permanezcan sin traducción y que entre la herencia cultural de Occidente, vinculada casi exclusivamente a transmisiones griegas y latinas, no conste nada o casi nada del patrimonio acumulado durante siglos y que hoy arrojarían chorros de luz sobre la antigüedad peninsular.

res a los romanos, la existencia de un camino mineral o comercial cabe deducirlo de las múltiples referencias vinculadas a los yacimientos que hoy conocemos como *Faja Pirítica Ibérica* en el Sur, y *Arco auri-estannífero* en el Norte.

En el Sur, los orígenes de la actividad minera se pierden en una prehistoria paleolítica de difícil cronología pero de abundantes y significativas huellas. Si los Titanes fueron condenados por Zeus a vivir en las profundidades del Tártaro, los Tartessos (permítaseme la heterodoxia de relacionar semánticamente el Tártaro con los primeros explotadores del subsuelo sobre los que existen referencias escritas) basaron su rica cultura en el comercio, principalmente de productos minerales. Cuando hace 2.500 años los fenicios pactaron con ellos la compra de estaño, cobre y plata, la primitiva *Gadir* (Cádiz) pasó a ser la principal ciudad del mundo, ambicionada desde entonces por griegos y romanos. Además, es en Huelva, con el cobre y los metales preciosos, y en Almería con la plata, donde se localizan los trabajos mineros metálicos más antiguos de la Península, hace aproximadamente 5.000 años. Algo más tarde, en el otro extremo de nuestra Ruta existían también numerosas explotaciones metálicas de las que son exponentes singulares las minas de cobre del Aramo y Onís, así como los numerosos indicios de minerías también prehistóricas, jalonadas por restos megalíticos, en los yacimientos estanníferos y auríferos que se extienden por las actuales provincias de León, Norte de Zamora, NE de Portugal, Este de Orense y Oeste de Asturias. Si bien la existencia de nuestra Ruta como una vía mineral y prehistórica es una hipótesis carente de confirmación científica, el sentido común a que nos obliga las variables geológicas, topográficas, arqueológicas y hasta mitológicas, nos anima a avalarla como tal.

Sabemos que entre los años 600 y 800 a.C. se detecta la difusión desde Cádiz hacia Extremadura de materiales de cerámica y bronce que atestiguan un evidente intercambio comercial con el reino de Tartesos, regido por el rey Argantonio (singular nombre para el apelativo de nuestra Ruta) de proverbial longevidad y míticas riquezas en *aurum* y *argentum*. Algunos autores apuntan a que ya en esa época se comerciaba no sólo con las minas peninsulares de Zamora, Galicia y León sino con las míticas Casitérides que la mayoría sitúan en la zona británica de Cornualles pero que el famoso mapa de Ptolomeo ubica cerca de la costa asturiana[4].

En el 209 a.C. Roma se adueña progresivamente del sur de la Península y hace florecer la industria y las comunicaciones de todo su territorio, trabajando yacimientos propios y retrabajando los primitivos. Parece claro que al menos parte de la *Ruta* se había ido conformando con expediciones de culturas pretéritas que, pese a su desarrollo, fueron borradas o fagocitadas por la cultura romana. Reiteradamente aparecen una y otra vez las famosas citas de los historiadores clásicos que abundan en la riqueza minera del solar hispano. Son las conocidas frases de Tito Livio, Platón, Strabón, Mela, Plinio, etc, que omitimos por considerarlas suficientemente repetidas en la bibliografía *ad hoc*[5]. Muchas de las citas clásicas, así como los numerosos hallazgos existentes hasta la fecha, no hacen sino definir grandes regiones de explotaciones mineras de rocas y minerales fundamentales para el desarrollo cultural. Por otro lado, una población minera tan importante precisaba de grandes aportes hídricos, alimenticios y otros servicios que deberían circular por rutas que se fueron definiendo generación tras generación hasta acabar siendo la *Ruta de la Plata* uno de esos ejes fundamentales en las civilizaciones. El lento trashumar y la constante práctica del método del ensayo-error durante dos mil, veinte mil o doscientos mil años, hubo de conformar caminos que culturas más desarrolladas no hicieron sino llenar de miliarios y mojones, dicho esto en sentido metafórico pues como tales debemos considerar los abundantes hitos arquitectónicos que definen hoy día nuestra Ruta y que por estar en la mente de todos, también omitiremos[6].

[4] Al respecto de la ubicación de las Casitérides, un trabajo ya clásico es el de R. Dion quien en 1965 publicó en París *"Le problème des Cassitérides et les sources de l'étain occidental despuis les temps prehistoriques jusqu'au debut de notre ère"*.

[5] Recordemos tan sólo que Plinio, el más citado junto con Strabón, dice que *"casi toda Hispania entera abunda en yacimientos de plomo"*, cita las casitérides, describe los pozos de Aníbal, diferencia el plomo negro (*plumbum nigrum* o plomo) del plomo blanco (*plumbum album* o estaño) y del bronce de campaña o *plumbum argentarium*, aleación de plomo y estaño que, una vez más, justifica el apelativo de nuestra Ruta.

[6] Traigamos sólo a colación la singular arquitectura de arte "plateresco" (catedral de Oviedo, Salamanca, etc) que también jalona la *Ruta de la Plata*, la cual gana así un nuevo argumento a favor de su argénteo apellido.

Si miramos ahora al relieve y simplificamos el mapa peninsular, la vemos como la única ruta capaz de atravesar de Sur a Norte sin superar los mil metros de altura y sin el escollo de ninguna cordillera, excepto la mítica de los montes Cantábricos que, a buen seguro, obligaron al menos a dos salidas primitivas, la más suave por el Este hasta el *Portum Blendium* santanderino, a través del pasillo del río Arlanzón[7]; y otra por el Oeste que se introducía hacia Galicia y que contaba con una importante derivación hacia Asturias siguiendo la cabecera de río Sil, atravesando los puertos de Leitariegos y/o Ventana, para bajar, finalmente, al mar por el pasillo de los ríos Pigüeña, Narcea y Nalón. Todas estas salidas están preñadas de abundantes referencias a primitivas explotaciones mineras. Lógicamente, la *Ruta de la Plata*, así diversificada y articulada con otras mediante centros neurálgicos como los de Astorga, Mérida y Sevilla, permite, a su vez, la lógica unión con otros mares y otros yacimientos como son los de Sierra Morena y Cartagena en el Sur, y los pirenaico-catalanas en el Norte.

Así pues, nos encontramos ante una Ruta que se fue definiendo por la ley del mínimo esfuerzo como un eje de extraordinaria planificación, que de Norte a Sur dividió, básicamente, dos grandes fuentes de recursos: a un lado la Iberia arqueo-paleozoica y granítica; a otro lado la Iberia mesetaria, de terrenos secundarios y terciarios; es decir, a un lado la Iberia mineral y a otro la cereal. De alguna manera, era un camino milenario de trazado absolutamente previsible pero sólo planificable por el mejor de los ingenieros: el señor Cronos...

LA RUTA TOMA CUERPO

El largo túnel de la historia indocumentada en nuestra Ruta, se termina hacia el cambio de Era cuando los romanos conquistan definitivamente el solar ibérico y los caminos comienzan a llenarse de puentes, miliarios, *mansios*, aras, calzadas y demás pistas historiográficas. La *Ruta de la Plata* tomaría entonces forma definitiva como una de las principales vías peninsulares a través de la cual los romanos aplicaron sus conocidas y espectaculares tecnologías de arranque, sin dejar, al parecer, ningún rincón por reconocer.

Los primeros datos de la existencia de una calzada romana los proporcionan los campamentos militares como los que se instalan en las cercanías de Cáceres: *Castra Servilla* y *Castra Cecili* (años 139 a.C. y 79 a.C. respectivamente). Ya en época del Imperio, en el contexto de las guerras del Norte y el control de los grandes yacimientos auríferos, se construyen entre los años 29 y 19 a.C. campamentos y/o ciudades como León (*Legio VII Gemina*), Astorga (*Asturica Augusta*), Mérida (*Emerita Augusta*), etc. Los especialistas coinciden en que el trazado original corresponde al *Iter ab Emerita Asturicam*, es decir, a la Ruta o Itinerario comenzado a construir de Mérida a Astorga por el emperador Augusto poco antes del nacimiento de Cristo. La vía XXIV del llamado "*Itinerario de Antonino*" se erige como el documento más antiguo e importante para la reconstrucción de la *Ruta de la Plata* y debemos su traducción al impagable trabajo de J.M. Roldán Hervás en 1975. Según el historiador Salinas Frías[8], hacia el año 60

[7] En la franja que se extiende entre los míticos Picos de Europa (*¿Mons Vindius?*) y el no menos mítico Monte Teleno (*Mons Tilenus*) se extiende otra de las principales vías romanas, la que desde el nudo de Astorga salía al Cantábrico por *Portus Blendium*, centro geográfico de la gran mancha mineralizada con blenda (zinc), cobre, plomo, hierro e incluso sal, que se extiende entre Ortiguero y Somorrostro (se han constatado minas romanas en Ortiguero, Aliva, Ruiseñada, Cabezón de la Sal, Reocín, Peña Cabarga, Villaescusa, Navajeda, Lanstosa y Somorrostro). La vía salía después a Europa por las minas vascas de hierro y cobre de Ayerdi, y al mediterráneo por *Caesar Augusta* (Zaragoza) y toda la depresión del Ebro. Lino Mantecón ha realizado una extraordinaria revisión crítica de la minería romana en Cantabria, siguiendo, principalmente, las históricas aportaciones de J. Carballo entre los años 1910 y 1939.

[8] Dice el profesor Manuel Salinas Frías (1993) que el *Iter de Antonino* se trata de una ruta de finales del siglo III que se ha reproducido en distintas copias de entre los siglos VII y XII, plagadas de discordancias entre ellas pero de cuya comparación se puede reconstruir el trazado general de la calzada desde *Emerita Augusta* hasta *Asturica Augusta*. Cada 20 ó 25 millas romanas se disponía de un núcleo de población y al menos de una *mansio* donde se podía encontrar parada y fonda. Son en total 13 nombres de los que no todos se han podido identificar con localidades actuales. La primera localidad es *Beduina*, cerca de la actual La Bañeza; siguen *Brigeco*, quizá en la comarca de Benavente; la desconocida *Vico Aquario* (donde nos

del siglo I la Vía estaba ya construida en lo fundamental, al menos en el tramo entre Capara y Salamanca, tal como atestiguan los milenarios de Nerón allí localizados. Su finalización sería hacia los inicios del siglo II, en tiempos de los emperadores españoles Trajano y Adriano. Hacia el siglo III se detectan reparaciones en la ruta y con el emperador Valente (años 364-378) se data el último miliario, cerca de Casar de Cáceres. La decadencia del Imperio y las invasiones de los bárbaros del 409 hicieron que poco a poco la conservación de la *Vía* quedase abandonada y tan sólo tomaría cuerpo, ya como *Ruta de la Plata*, en tiempos relativamente recientes.

Hoy en día la Ruta coincide, groso modo, con la carretera N-630 la cual, como es sabido, va uniendo a lo largo de unos mil kilómetros las siguientes ciudades principales: Gijón, Oviedo, Mieres, León (Astorga es la imperdonable ausencia del vial actual, en parte aliviado por la reciente autovía de Galicia), Zamora, Salamanca, Plasencia, Mérida, Sevilla, Huelva y/o Cádiz). Sin embargo, el trazado primitivo no se adapta con exactitud a ese recorrido y queda camuflado entre docenas de tramos enlosados y otros restos que se le pueden atribuir, o no, en una amplia franja de terreno, lo cual nos permite, a nuestros efectos, una libertad interpretativa que se agradece y para la cual solicitamos la venia del especialista.

LA RUTA MINERA DE LA "A" A LA "Z". PRIMER TRAMO, PRIMER PROBLEMA: ¿PAJARES O LA MESA?

Evidentemente, la extraordinaria abundancia de indicios de antiguas minerías a lo largo de la *Ruta de la Plata* resulta imposible de encajar en la extensión del presente trabajo. Nos limitaremos a una presentación general y dejaremos las obligadas ampliaciones para próximos encuentros. Entienda el amigo lector que son todas las minas que están pero no están todas las que son. Comienza la Ruta, a nuestros efectos, en el promontorio metalúrgico que los primitivos *cilúrnigos* instalaron sobre los acantilados de la Campa Torres de Gijón. Este extraordinario yacimiento, de época prerromana y romanizado a partir del s. I d.C., ha sido excavado durante los últimos años y es sede actual de un bonito centro de interpretación. A sus pies, ya en el casco urbano de Gijón, las termas de Campo Valdés, con sus singulares *hypocaustos* (sistema de calefacción) nos permiten iniciar el viaje con uno de los varios establecimientos termales que se intercalan en la Ruta. Desde ahí hasta Pajares son varios los indicios que se pueden citar con posible vinculación a minerías romanas, principalmente en las explotaciones de mercurio en La Peña y Río Miñera (el río del minio o del rojo bermellón: cinabrio) en Mieres y de Muñón Cimero en Lena. Paralelos a estos yacimientos de mercurio discurren los del cobre del Aramo, cuya explotación se remonta al menos a dos milenios antes

permitimos ver el balneario de Ledesma), *Ocelo Duri*, *Sibarim*, en Torre del Sabre, entre Zamora y Salamanca la cual sería la siguiente estación. Hasta aquí la vía sería un camino de tierra apisonada y grava mientras que desde Salamanca hasta Mérida estaría empedrada al estilo romano. Siguen entre Salamanca y Bejar las paradas de *Sentice* y *Ad Lippos*. Curiosamente, el *Iter Antonino* no incluye Bejar ni Plasencia; en su lugar cita respectivamente a *Caelionicco* (al que algunos identifican con el Puerto de Bejar y otros con los famosos Baños de Montemayor, intercalando así otra estación de aguas termales en la ruta) y *Capara*, al Oeste de Plasencia, si bien se discute también la correspondencia de Plasencia con la *Ambraca* de los romanos y la *Ambroz* de los musulmanes. Por nuestra parte, queremos pensar que Plasencia, al igual que Palencia (en la ruta que desde la *Vía de la Plata* derivaba hacia Cantabria siguiendo el río Pisuerga), podrían derivar del término "Pala" de evocaciones metalúrgicas (Palas del Rey). Siguen hacia el Sur los emplazamientos llamados *Rusticana* y *Túmulos*, también desconocidos. La siguiente parada sería *Castra Caecilia*, el Cáceres Viejo situado al Norte de la actual capital. Por último, antes de Mérida, el viajero romano recalaría en *Ad Sorores*, cerca de la actual Casas de Don Antonio. Casi todos los autores son restrictivos en las ampliaciones de la ruta principal. Así, por ejemplo, Ignacio Quintana Pedrós considera también que la ruta primitiva iba desde Mérida hasta Astorga y no incluye Gijón ni Cádiz, posponiendo la salida al mar para años más tarde, hacia finales del Imperio. Sería bizantino discutir sobre ello a la luz de la desarrollada red viaria que nos legaron y de la importancia que tuvieron dichas ciudades. Nuestro trabajo sólo puede basarse en una interpretación amplia, heterodoxa y poco encorsetada de la *Ruta de la Plata*, de modo que la entendamos como una franja con multitud de caminos menores con destino, precisamente, a los centros de producción, bien cereal o bien mineral. En este sentido se nos presentan, entre otros ejemplos, las vías XVII, XVIII, XIX, XXVI, XXVII, XXXI y XXXIV que el *Itinerario Antonio* hace confluir en *Astúrica Augusta*, ¿cómo no buscar por algunas de ellas la prolongación natural de la vía XXIV, nuestra Ruta de la Plata?. Un ejemplo: la Vía XVII, según la *Tabula Imperii Romani*, cruzaba los aluviones auríferos de los ríos Ornia y Ería, para dirigirse en la provincia de Zamora por Calzada de Tera y Ferreras de Abajo (significativos topónimos) hacia las minas de oro y plata de Losacio, a orillas del Esla y, por tanto, cerca ya de la *Vía* que nos mueve.

de los romanos. Las publicaciones al respecto nos permiten prescindir de mayores extensiones y salir lo antes posible hacia la meseta castellana[9].

Para los que procedemos del norte de España, la actual *Ruta de la Plata* tiene una evidente salida a la Meseta por los concejos de Mieres, Lena y su Puerto de Pajares. Están citados varios hallazgos que atestiguan la presencia de mineros romanos por estos lares, explotando los yacimientos ante citados. Sin embargo, aún aceptando los asentamientos y vías secundarias que se documentan gracias a los hallazgos sitos en el Museo Arqueológico Provincial de Oviedo y a las recientes investigaciones del alto de La Carisa[10], son numerosos los indicios que priorizan los primitivos accesos principales a través de otra ruta, la que se podría definir como *Ruta del Oro*, no en vano Marcial dice que Asturias se encontraba poblada *ab auriferis gentis*. El sentido común, la economía de esfuerzos, la abundancia de recursos y los restos arqueológicos, indican que desde Astorga y la cuenca alta del río Sil la ruta progresaría hacia la costa de la Asturias tramontana no por Pajares si no a través de los puertos de Mesa y Leitariegos, para descender por el corredor del Narcea y ganar el mar en la amplia y espectacular desembocadura del Nalón[11]. Según la *Tabula Imperii Romani* (en adelante TIR), por el Puerto de Leitariegos pasaba la calzada (citada ya por Jovellanos en sus Diarios) que desde Astorga se dirigía a Cangas del Narcea y existe un largo rosario de explotaciones auríferas romanas y asentamientos vinculados con ellas, principalmente castros. Además, en las proximidades del paso de La Mesa existieron explotaciones de hierro y cobre en los lagos de Somiedo. En futuras ampliaciones del trabajo tendremos ocasión de citar las numerosas referencias que existen al respecto: Castro del Teso de la Cochada, Castro de Larón, Castiello de Dóriga (Salas, otro castro romanizado y vinculado a explotaciones mineras); Sierra de Begega, en Belmonte de Miranda, que cuenta igualmente con numerosas explotaciones auríferas sobre roca alineadas de N a S aunque sin mayores investigaciones arqueológicas; la Cueva de Chapipi, en Grado, donde se halló un tesorillo de monedas de oro tardorromanas (379-423 d.C.), asociado con huesos humanos y animales, además de varios objetos de la época asociados quizá a un enterramiento en cueva; restos de Murias de Ponte, de Soto del Barco y de las localidades de Cambina y El Fresno, ambas también en Grado y donde se han localizado restos de enlosado de una calzada romana que quizá desde el Puerto de la Mesa se dirigía por Cornellana hacia el mar. Un mapa que argumenta por si sólo esta hipótesis es el que presentan Sánchez-Palencia y Suárez listando casi dos centenares de explotaciones auríferas romanas localizadas tan sólo en Asturias: 82 de ellas en la cuenca del río Navia, 58 en la del Narcea, 19 en la del Porcía y 14 en la del Esva-Canero. A estas habría que añadir las numerosas explotaciones de cobre, plomo y estaño que conformarían en general un parque minero de extraordinaria magnitud[12].

DESDE LOS MONS VINDIUS Y TILENUS HASTA EL RÍO DURIUS

Ya en León, otra parada de nuestro viaje ha de ser, por fuerza, en la colegiata donde reposan los restos de San Isidoro. Si por su continente es uno de los monumentos más importantes del románico español, por su contenido

[9] Dos son los autores principales en el estudio de estos yacimientos, en lo referente al mercurio, es cita obligada la enorme (por extensión y aportación) tesis doctoral de nuestro ex jefe y compañero Carlos Luque Cabal. En cuanto al Aramo, el autor que más lo ha estudiado es Miguel A. de Blas.

[10] En el alto de La Carisa (topónimo debido al general Publio Carisio) se están realizando actualmente investigaciones que parecen demostrar la existencia del campamento militar romano de cota más alta que se conoce. Colabora con ello nuestro querido Ángel Fernández Ortega quien en el año 2000 publicó "*La Ruta de la Plata. Tramo Gijón-Pajares*".

[11] No deja de ser significativo que en el año 774, tres siglos después de la caída del imperio romano, la coronación del rey Silo tuviera lugar en Pravia, desembocadura del Nalón, y que varias incursiones musulmanas fueran realizadas por el puerto de La Mesa.

[12] Además de la tesis doctoral de F. Javier Sánchez-Palencia en 1983 y la publicación que éste hace con el recordado Valentín Suárez Antuña (Libro de la Mina, 1985), pueden seguirse todas esas citas de yacimientos a través de la hoja K-30 de la TIR-1993 (mapa 1:1.000.000 y páginas 31-32, 37-39, 44, 51, 58, 65 y 73) y en los numerosos autores que allí se citan: Bird, Domergue, Escribano, Escortell, Fdez. Ochoa, Maya-De Blas, Millán, Sánchez-Palencia, Sáenz, Sánchez-Albornoz, Santos Yanguas, Vélez, etc.

es un hito cultural que llevó a Víctor de la Serna a exclamar que el abad de la colegiata guardaba los mejores huesos del occidente peninsular[13]. En la Colegiata de San Isidoro está la lápida de Villalis que fecha en *II Idus Iunias*, 10 de junio del año 74, la recepción de águilas e insignias con las que, finalizadas las guerras cántabras, nacía la *Legio VII Gémina* para vigilancia de las explotaciones mineras del NO, las más ricas de todo el Imperio.

Astorga se nos presenta como un singular punto neurálgico, el cruce de la monumental "T" que representa dos vías tan históricas como la *Ruta de la Plata* y el *Camino de Santiago*. Nos salen al encuentro ingentes indicios de minería auríferas en al menos una docena de ríos, afluentes del Miño (el *Minius* de resonancias tan minerales como las del asturiano río Miñera antes aludido y la cercana localidad berciana de Miñera, productora igualmente de mercurio[14]). Son al menos los ríos de viejos nombres Lor, Ruselmo, Burbia, Cua, Sil, Boeza, Orbigo, Tuerto, Cabrera, Jerga, Turienzo, Ornia y Ería. Todos ellos cuentan con frecuentes vestigios de ocupaciones relacionadas con las minas, sobre todo, al igual que en Asturias, castros mineros desde la época de Augusto al bajo imperio. En el magnífico inventario de la TIR podemos ampliar la relación, que abarcan los municipios de Noceda, Castropodame, Ponferrada, Torre del Bierzo, Bembibre, Folgoso de la Ribera y otros. En el corazón geográfico de toda la región se alzan Las Médulas, la mayor mina aurífera romana, Patrimonio de la Humanidad cuya extensa bibliografía hace ocioso cualquier comentario en este trabajo.

Antes de alcanzar el Duero la misma TIR nos permite ubicar aún nuevos yacimientos como los del Castro Arrabalde, Ferreras de Abajo (donde se localiza una posible ferrería en un yacimiento que presenta una gran escombrera de escorias de hierro y otros residuos) y Losacio, con minas de plata y plomo a unos 20 km al Oeste de nuestra Ruta de la Plata. A una distancia no muy superior pero hacia el Este, está la localidad de *Las Minas*, evocador topónimo sin duda relacionado con alguna actividad que, al igual que muchas de las anteriores debería ser objeto de mayores investigaciones.

ENTRE LOS RÍOS DURIUS Y TAGUS

Continuamos la Ruta atravesando el territorio de Norte a Sur y recalamos en la vieja *Salmantica* o *Helmantica*, ciudad en la que Trajano construyó el extraordinario puente de 27 arcos por el que cruzaba nuestra Ruta y que prestó servicios al tráfico rodado hasta hace poco. Recordemos el apelativo que adquiere la Ruta en la capital del gótico "plateresco", gracias a las famosas areniscas de Villarmayor. Huelgan también mayores comentarios sobre la riqueza de piedras de cantería en areniscas y granitos que ofrece toda esta región desde la antigüedad. Numerosos monumentos así lo atestiguan. También atestigua viejas minerías la recuperación del bateo que se propone en la zona de Navasfrías[15]. Dos balnearios de aguas termales se yerguen como descansos del guerrero y del minero desde idénticas antigüedades: Retortillo y Ledesma, este último propiedad del Montepío de la Minería Asturiana y centro de relax veraniego de quien les habla. No muy lejos, los romanos explotaban los yacimientos estanníferos de Las Merchanas

[13] Sobre los monumentos de León y los orígenes de la ciudad en el campamento romano de la "Legio VII Gémina" (año 70 de nuestra), presenta una buena síntesis Arantxa Revuelta Bayod en "*León, ciudad monumental*" (http://www.liceus.com/cgi-bin/tcua/leo). Recordemos también que en el año 1026 se trasladan de Sevilla a León, capital del viejo Reino, las reliquias de San Isidoro, impulsor de la universal Escuela de Sevilla. Con sus Etimologías realizó un esfuerzo gigantesco para resumir todos los saberes de la Antigüedad. C.M. Díaz y Díaz dedicó en 1970 un trabajo a "*Los capítulos sobre metales de las Etimologías de Isidoro de Sevilla*".

[14] En el Congreso de SEDPGYM de Beja-2001, Roberto Matías Rodríguez aventuró la posibilidad de que los restos de minería romana en esta localidad se debieran a una explotación de tipo *ruina montium*, en función de un estanque que identifica de 60x10 m. Según Matías, "*la corta romana de Miñera es la primera explotación de cinabrio peninsular reconocida hasta la fecha en la que los romanos hayan aplicado técnicas de minería hidráulica para una sustancia distinta del oro o el estaño... constituyendo dentro de este contexto la más importante explotación romana de este mineral hallada hasta ahora en el Norte de la Península Ibérica*".

[15] Iñigo Orea Bobo, "*La minería tradicional de bateo en la zona de Navasfrías, Salamanca,...*". X Congreso Int Min y Met, Valencia, junio 1998.

y Bermellar (de nuevo el bermellón y el minio como topónimo[16]). Un poco al Sur está Ciudad Rodrigo (*Mirobriga Vettonum*) que fue también un importante nudo de la red viaria secundaria, sin duda conectada con la *Ruta de la Plata* y, a su vez, con otras importantes localidades de los vetones, como Ledesma (Bletisa) y Capera, esta última de nuevo sobre nuestra *Ruta*. Al lado, el singular yacimiento de El Cabaco, un asentamiento relacionado con las explotaciones auríferas sobre aluviones de Las Cávense y El Maillo. En este último se hallaron varias lucernas y restos de una calzada. En este entorno existen otros restos de calzada como la de Cepeda[17]. Camino de Cáceres visitamos otro establecimiento de agua termal que sin duda salía al encuentro de los expertos mineros o *procuratores metallorum*: Baños de Montemayor. Todavía antes de alcanzar el río Tajo, el romano *Tagus* de oro, nuevos yacimientos auríferos romanos flanquean como casi siempre, el Oeste de la Ruta de la Plata. Son las, minas de Sierra del Moro, Calzadilla y las que se adentran por tierras portuguesas siguiendo las cuencas de los afluentes del gran río como son los yacimientos de Eljas, Tapada da Ordem, San Martinho, Macao, Abrantes, etc[18].

CIEN MIL PASOS ALRDEDOR DEL CONVENTUS EMERITENSIS

Seguimos ruta hacia el Sur, próximos a alcanzar el centro neurálgico del *Conventus Emeritensis*, Mérida. Resulta espectacular el cúmulo de indicios minero-metalúrgicos que se citan en un círculo de *cien mil pasos alrededor de Mérida*[19]. Primero, al Norte, siguiendo la espectacular ruta de los miliarios que une Cáceres con Mérida (una veintena de ellos se han localizado flanqueando la Vía XXIV del *Itinerario Antonino* o *Ruta de la Plata*) están los yacimientos vinculados al viejo Cáceres, la romana "*Colonia Norbensis Caeserina*", habitada desde tiempos remotos como demuestra la cueva prehistórica de Maltravieso en los arrabales de la ciudad. A unos 20 km al Este existieron minerías de plata, plomo y cobre, entre Los Villares y Villarejo, asociados a un antiguo establecimiento metalúrgico. A una distancia similar hacia el Oeste, en el Aljibe y Barrueco, existió otra zona minero-metalúrgica, ésta de hierro, que contaba con la vinculación defensiva de la plaza de Sonsueña. Desde aquí y algo más hacia Portugal, dos espectaculares obras acreditan la ingeniería romana: el acueducto de Valencia de Alcántara y el puente de Alcántara que permitió a los romanos salvar el gran tajo que da nombre al río medular ibérico. Fue finalizado en tiempos de Trajano (106 d.C.) siendo la principal joya de los puentes del imperio. Pronto cumplirá 1.900 años de servicio ininterrumpido. Al Sur de Alcántara, en el camino que unía Mérida con Lisboa, estaban las explotaciones de estaño, oro y cobre de Tres Arroyos, Chiriato, Faleira y el *conhal* de Arteiro, una escombrera de cantos de cuarcita acumulados por viejas minerías, tal como están dispuestos a demostrar los amigos portugueses[20].

A 30 km al Oeste de la ciudad de Cáceres está la villa de Aliseda, asentada sobre la sierra de San Pedro, lo que confiere al paisaje un aspecto montañoso y áspero, a pesar de ser un cerro aislado de no excesiva altitud (603 m).

[16] En Bermellar se localiza una posible necrópolis altoimperial, en el castro indígena romanizado de Las Merchanas, Lumbrales, vinculado a las abundantes mineralizaciones que salpican el entorno y que nos permiten, una vez más, evocaciones plateadas muy apropiadas para nuestra Ruta, bien por el abundante estaño o bien por el plateado mercurio exudado del bermellón cinabrio. Se citan una necrópolis tardorromana (s IV-V d.C.), tres estelas funerarias, un ara votiva dedicada a Júpiter, una tessera de bronce y restos de un puente romano sobre el río Camaces. (TIR 1991, pag 31 y 73, citando a Tovar y Maluquer).

[17] TIR pag 42, 43 y 71, citando a Domergue, Morán, Roldán y Sánchez-Palencia.

[18] En Calzadilla, Cáceres, se cita la presencia de un pozo, trincheras y construcciones asociadas a explotaciones de oro asociado a filones de cuarzo. En Moreras y Monfortinho, en Cilleros y Zarza la Mayor, Cáceres, se citan también explotaciones auríferas en aluvión en ambas márgenes del río Eljas. (TIR-1991, pag 53, citando a Domergue y Sánchez-Palencia)

[19] Tomamos la frase de los sugerentes trabajos que vienen desarrollando los amigos manchegos dentro del proyecto "*Cien mil pasos alrededor de Segóbriga*" en el cual destacan los espectaculares hallazgos de kilométricas galerías para la explotación romana del yeso *lapis specularis*. (Véanse actas del Congreso de Beja-2001, SEDPEGYM)

[20] Véanse los trabajos de Carlos Batata *et alii* y de Carlos y Carla Calado en *Actas do Congresso Int. Patrim. Geo e Mineiro*, SEDPGYM, Beja 2001, pag 117 ss y 265 ss.

La historia de esta villa se remonta hasta el S. II. d.C. cuando aparece bajo el término de *Isalaecum*, vocablo griego que viene a designar un lugar escarpado con lo cual se vincula morfológicamente a otra localidad de nuestra ruta que cruzaremos más al Sur, después de Mérida; nos referimos a Zafra, localidad pacense que por en árabe viene a significar lo mismo que Aliseda y que da nombre a una vieja tarea minera y agraria: la zafra. En Aliseda se encontraron en 1790 antiguas minas de hierro, la bóveda de una cisterna, una cabrita de bronce relacionada con el culto de la diosa indígena *Ataecina*, monedas griegas y romanas y sepulturas antropomorfas en Cabeza Rabbí. Aliseda ha sido también cuna de civilizaciones aún más antiguas, como señalan los restos prerromanos en el Castro de Sansuena y los restos megalíticos y las urnas de piedra halladas en la finca de "Los Palomares" datados como de la Edad del Bronce. De la edad de hierro se han localizado elementos artísticos entre los que destaca el famoso "Tesoro de Aliseda", fechado en el año 625 a.C. Está formado por objetos de oro, plata, bronce, vidrio y fragmentos cerámicos y se trata de uno de los conjuntos arqueológicos más representativos del período orientalizante peninsular y de la cultura tartésica. De época romana existen abundantes restos arqueológicos en dispersos puntos del término, caben destacar las villas romanas de "Casas de Santa Catalina" y "Umbría de las Viñas", así como "El Colmenar", con restos de fundición relacionados con la minería de hierro, y "Casas de Valdelasyeguas", una zona minera de la sierra del Aljibe[21].

Poco antes de llegar a Mérida y una vez más en la propia Vía XXIV del *Iter Antonino*, nos encontramos con las grandes canteras de La Zarza que sin duda suministraron ingentes cantidades de recursos a las construcciones romanas. En la salida Este de la ciudad, en la vía de *Metellinum*, están las minas de plata, plomo y cobre del río San Juan, La Dehesilla, Castuera y los numerosos restos asociados de tipo metalúrgico, defensivo, etc. Esta salida oriental, siguiendo el curso del río Guadiana, es el corredor que introducía a los romanos en la extraordinaria mineralización de la serranía de Almadén y la comarca del Guadiato-Sierra de los Santos. Digamos de nuevo que, conocida la abundante bibliografía sobre estas zonas, serían gratuitos mayores comentarios por nuestra parte. Abundantes y buenas son las aportaciones que en los últimos años se vienen realizando desde el *Seminario Antonio Carbonell*[22].

POR TIERRAS DE HISPALIS

Iniciamos el tramo final de la Ruta que habrá de ser, por fuerza el más breve pues, si aventurado era siquiera un resumen de la amplia historia minera del camino que desde Mérida se adentraba por el Este en Sierra Morena, ¿qué decir de la ingente faja metálica que nos sale al encuentro por el Sur?.

Nos recibe la tierra sevillana con una localidad que de nuevo reafirma el apellido de nuestra Ruta: Almadén de la Plata[23] la cual debe su nombre a pretéritas vinculaciones con el Almadén manchego y a la importancia de las anti-

[21] Herencia de antiguas tecnologías mineras deben de ser los restos romano-visigodos localizados en la finca del "Hito". De época visigoda hay que destacar las denominadas tumbas de los moros, que pertenecen al siglo VI d.C., se trata de cinco tumbas antropomorfas excavadas en la roca según http://www.alextur.net/Senderos/ aliseda.htm

[22] El amigo cordobés Antonio Daza Sánchez quiere identificar la vieja *Mellaria* (según él la única ciudad con etimología derivada de la miel en todo el Imperio) con la actual Belmez de Córdoba. Es citada por Plinio, Tolomeo y Strabón y se encontraba a 56 millas de Córdoba y 36 de *Artigi*, una localidad sin localizar, en dirección a Mérida. *Mellaria* debió ser cabecera de un extenso territorio minero atravesado por dos calzadas principales, una la vía minera y militar, prehistórica, de más de 5 m de ancho, que unía Córdoba con Mérida; la otra, siempre según Daza, se extendía desde Belmez y Villaviciosa a Posadas, para conectar con la Vía Corduba-*Hispalis* por la margen derecha del río Guadalquivir (Daza 1998).

En cuanto a Almadén, no son menos numerosos los trabajos que debemos a los equipos de Luis Mansilla, Ángel Hernández Sobrino, Octavio Puche y Luis Felipe Mazadiego, etc. El mercurio fue un gran mineral estratégico (sin mercurio no había amalgama del oro) y su brillo plateado debió de añadir color, una vez más, a la Ruta de la Plata. La que podríamos llamar *Ruta del Almagre*, del árabe *al-magra*, la tierra roja (Almagro, también en Ciudad Real) se vincula con la de la Plata formando rutas mineras de una importancia perdida en el secular vacío historiográfico de la minería, quizá debido a la antigua política que penaba hasta con la muerte la divulgación de rutas estratégicas.

[23] http://www.sierranortedesevilla.com/Enlaces_archivos/Pueblos/almaden/Historia.htm.

guas minas, en especial de los mármoles azules y las menas argentíferas que se explotaron en su territorio. El núcleo urbano, parapetado entre cerros, posee la forma propia de los pueblos mineros, con casas alineadas en calles rectilíneas. Según cuentan en su propia página web, Almadén de la Plata estuvo ligado a la minería, desde épocas prehistóricas, de sus terrenos salieron los metales para la acuñación de las monedas béticas en las cecas de esta región, y de sus canteras los mármoles que sirvieron para decorar templos y alcázares de las épocas latina y sarracena.

Nuestra *Ruta de la Plata* se flanquea a partir de aquí con docenas de minas que, a su vez, multiplica cada una de ellas los yacimientos arqueológicos vinculados: son las minas de plomo y plata de Casas de la Mina, La Piedra, Hornachos, El Peñón del Moro; la mina de hierro de la antigua *Segida;* la cantera de mármol de La Halconera y el propio *Mons Marmorum* algo más al Sur pero también sobre nuestra Vía XXIV del *Itir Antonino*; son también las minas de cobre y quizá oro de Cala y La Vicaría; es la mina de hierro La Estrella; son las minas de plata y plomo Diana y Surte; o la mina de cobre Trinidad, en los propios arrabales de Itálica y, por tanto, en los de la milenaria *Hispalis* (Sevilla). No olvidemos contemplar otro fabuloso tesoro tartésico asociado a nuestra Ruta y prueba irrefutable de las sofisticadas artes metalúrgicas que alcanzaron aquellos pueblos: El Carambolo, localizado en 1958 y sito en el Museo Arqueológico de la capital andaluza[24].

Desde Sevilla, el viajero minero se debe dirigir hacia las tierras onubenses, camino de los milenarios yacimientos de Tharsis y Río Tinto, sin duda los mejor historiografiados de toda la minería hispana. También aquí son otros los que deben hablar, permitiéndonos a nosotros encarar la recta final de la Ruta que hemos de terminar en la gaditana Tarifa, la punta meridional de Iberia que al principio uníamos con el asturiano cabo Peñas. Al encarar de nuevo el mar no podemos por menos que terminar la *Ruta de la Plata* recogiendo los textos del geógrafo e historiador griego Strabón: "*Parece ser que en tiempos anteriores llamose al Betis Tartessos y a Gades y a sus islas vecinas Eriteia. Así se explica que Etesícoro, hablando del pastor Gerión dijese que había nacido enfrente de la ilustre Eritrea, junto a las fuentes inmensas de Tartessos, de raíces argénteas, en un escondrijo de la peña*"[25].

Lo dicho: nuestra ruta argéntea es un viaje mágico e iniciático del cabo Peñas a la punta Tarifa, de la "A" de Asturias a la "Z" de CádiZ. A partir de ahí, vendría una historia de claroscuros, donde incluso entrarán en juego nuevos recursos mineros (¡cómo olvidar que en Villanueva del Río, Sevilla, se explotó el primer carbón de piedra de España y que un cura de allí lo descubriría después en Asturias!) y nuevas culturas que irían haciendo, de nuestra *Ruta de la Plata*, *el camino más culto, viejo y bello de toda la Península*, según opinión que suscribimos del viajero Jesús Torbado; un camino vinculado, durante miles de metros y de años con los tesoros plateados de la tierra sean plata, plomo, estaño, mercurio o el propio dinero que a espuertas por allí circulaba[26].

[24] La cronología del tesoro del Carambolo se fija entre los siglos VIII y III a.C. "*Un tesoro digno de Argantonio*", el rey de la plata, como afirma su primer estudioso, el ilustre arqueólogo y catedrático don Juan de Mata Carriazo y Arroquia, quién además confiesa que, pese a su filiación tartésica, no cree que el hallazgo señale el lugar donde estaba enclavada la mítica ciudad de Tartesos.

[25] Estrabón 3,2,11. La bibliografía con referencias a la antigua Tharsis daría para llenar muchas páginas. En la web http://www.usuarios.lycos.es/tartessos se encuentran numerosas y atractivas citas de textos al respecto.

[26] Dejemos para una nota final el problema que subsiste sobre la etimología de la *Ruta de la Plata*, tan sujeta a conjeturas como lo está su propio trazado (vemos cómo los indicios arqueológicos se apartan numerosas veces de la actual N-630; en ocasiones basta que se localice algún antiguo fortín, algún resto de mansión, alguna piedra miliar o algún tramo de calzada al estilo romano -estilo que por otra parte perduró durante siglos- para que se asigne como un retazo de la Ruta. Es el propio profesor Salinas quien se encarga de destacar que ninguno de los documentos de la Antigüedad aplica la denominación de *Vía* o *Ruta de la Plata*. Para unos se trata de una denominación vulgar que desde los siglos XVI y XVII se intenta explicar a partir de etimologías más o menos fantásticas como sugerir una procedencia griega de "*plateia*" (ancha) o de la palabra latina "*lata*" o "plaga" con iguales significados aunque de connotaciones anchas e insanas. Para otros, entre los que se encuentra el mismo Salinas, el nombre procede del árabe *BaLaTa* (camino enlosado), del que dice que aún se usa en Siria con esa significación. Ese término *Balata*, del que derivarían *Blata* y *Plata*, creemos que es el mismo del que ha derivado el actual "balasto", el cual sabemos que se trata de fragmentos de roca de tamaño guijo como el que se emplea para asentar las vías férreas. En el colmo de la deriva poética, algunos autores sugieren que era el pulido de aquellas losas las que conferían un color plateado a la ruta y de ahí su nombre. En todo caso, ¿qué podía tener de singular un camino más de los muchos enlosados que dejaron los romanos?. Es como si hoy día llamásemos a una carretera "la del asfalto". Sea, en fin, la Ruta de la pala, bala, balata, plana y todo lo que la imaginación permita. Para nosotros, que nos mueve y conmueve el carácter épico de la minería, dichas etimologías tienen la misma validez que si las hicieran derivar del término "Bala" o "Balar" en referencia a la conocida trashumancia de ovejas que desde tiempos inmemoriales vienen dando sonido a la ruta y sazonando el yantar de los viajeros. Después de leído el presente trabajo, fiamos a la inteligencia del lector la conclusión a la polémica.

UN REPASO A LA BIBLIOGRAFÍA RUTAPLATENSE

Entre el centenar largo de publicaciones que nos ha salido al encuentro podemos dividir de inmediato tres secciones: por un lado los numerosísimos trabajos de tipo ruto-turisticultural-gastronómico-historiarquitectónico; son éstos, como dije, los únicos que llevan el epígrafe de *Ruta de la Plata* aunque la minería sea en ellos una constante ausencia. Por otro lado, los trabajos de tipo geológico-minero-metalúrgico en los cuales ya podemos rastrear la componente histórica que hoy nos mueve. Por desgracia, debemos dividirlos, a su vez, en dos: los que, fieles al pragmatismo científico-técnico, se olvidan de la componente humanista, es decir, los que no nos aportan nada; y los que, por fin, se centran y concentran en el estudio de los numerosísimos yacimientos geomineros y arqueológicos que permiten la reconstrucción de nuestra Ruta de la minería. Por último, la sección tercera son las publicaciones de tipo histórico-arqueológico entre las cuales, soslayando reiteradas citas y repetidos datos, podemos expurgar interesantísimas informaciones que permiten articular nuestra Ruta. Por desgracia, estos trabajos están diseminados en numerosas piezas de puzzles diferentes. Vertebrarlos ha sido nuestra tarea actual y esperamos que sea un trabajo que podamos continuar en próximos encuentros pues es mucho lo que ha debido quedar en el tintero del disco duro.

De los numerosos autores consultados, una docena de ellos son de cita obligada. Aún a sabiendas que no están todos los que son, citemos a Antonio García Bellido como un soporte básico en la historia general con abundantes referencias mineras. A él debemos muchas de las citas castellanizadas de Strabón, Plinio, Mela, etc. que salpican la historiografía. También son básicos para enmarcar nuestro tema, los trabajos de A. Schulten entre los años 1943 y 1961 y C. Morán en 1949, el primer autor que incluye el epígrafe de *Ruta de la Plata* en su estudio "*La calzada romana de la Plata en la provincia de Salamanca*". J.M. Roldán Hervás, en sus trabajos de los primeros años 1970, habla también sobre la *Ruta de la Plata* y cita numerosos yacimientos de origen minero pero destacamos de él la impagable contribución que hizo con la traducción de dos clásicos de cita obligada: el "*Itinerario Antonino*" y el "*Anónimo de Ravena*".

Ya en el campo específico de la minería, además de autores primigenios como Alonso Carrillo Laso, que allá por el año 1624 escribió "*De las antiguas Minas de España*", o Davies que en 1935 publicó "*Roman mines in Europe*", la cita obligada, desde mediados de los años 1960, es la del extraordinario Claude Domergue[27], sin duda la referencia más frecuente sobre la minería romana gracias a las numerosas publicaciones que lleva realizadas desde entonces. Otra valiosa aportación la propició en el año 1970 la Cátedra de San Isidoro con los trabajos del *VI Congreso Internacional de Minería*, celebrado en León. Allí presentó J Mª Blázquez Martínez su trabajo "*Fuentes literarias griegas y romanas referentes a las explotaciones mineras de la Hispania romana*" (Años después, en 1989, haría también la interesante aportación de "*La Administración de las minas en época romana. Su evolución*"). Casi veinte años después que el congreso de León se celebró en Madrid, en 1989, el *Coloquio Internacional del Departamento de Historia Antigua de la Universidad Complutense de Madrid* donde también encontramos algunas aportaciones. En 1974 C. Sáenz Ridruejo y J.L. Vélez González citaron numerosos indicios de minería romana en su "*Contribución al estudio de la minería primitiva del oro en el NO de España*". Un autor de especial cientificidad y de cita obligada desde su tesis doctoral de 1983 es F. J. Sánchez-Palencia. Desde entonces son varios los investigadores que también vienen realizando valiosas aportaciones: Carmen Fernández Ochoa, J.A. Santos García, J.L. Maya González, Ángel Villa Valdés, Miguel Ángel

[27] En el último número de la revista del SEDPGYM, De Re Metallica (marzo 2004), Octavio Puche publica una entrevista con el profesor Domergue el cual recuerda que fue destinado a la Casa de Velásquez como investigador en 1963: "*según los textos antiguos, la minería romana en la Península había sido muy importante. Se trataba de comprobarlo en el terreno. El tema me lo había sugerido un gran maestro francés de la historia de Roma, André Piganiol, y me apoyó mucho en España Antonio García Bellido*".

de Blas Cortina, etc., estos dos últimos son referencias obligadas, uno en la minería aurífera del NW, y otro en la minería prehistórica[28].

Entre los archivos y boletines, es necesario bucear por el archivo del Centro de Estudios de Investigación "San Isidoro" de León; por "*Brigantium*", Boletín del Museo Arqueológico de La Coruña; "*Archivum*", Revista de la Facultad de Filosofía y Letras de Oviedo; "*Acta Salmanticensia*", de la Universidad de Salamanca; "*Actas do Seminario de Arqueología do NO Peninsular*" (Guimaraes, 1980); las *Cartas Arqueológicas de España* (en especial las de las provincias que atraviesa nuestra Ruta), el *Catálogo Monumental de España* (publicado desde 1926, con unos dos volúmenes por cada provincia), la *Tabula Imperii Romani* (Ministerios de Cultura y de Fomento) con sus hojas K-29 ó Porto (1991), K-30 ó Madrid (1993), J-29 ó Lisboa (1995) y J-30 ó Valencia (2001); y, por supuesto, las actas publicadas por nuestra SEDPGYM en los varios simposios que lleva organizados y en donde encontramos trabajos con significativas aportaciones de autores como alguno de los ya citados en especial Ángel Villa o C. García Bueno, Paula Granead Miñón ("*Minería argentífera andalusí en la provincia de Córdoba*"; congreso de Belmez, 1999) M.A. Hunt Ortiz (evocador su trabajo "*La fiebre de la plata*", presentado en nuestro encuentro de Beja-2001), etc[29].

[28] Como sabe el profesor y amigo Miguel Ángel de Blas Cortina, me permito disentir de la interpretación que alcanza tras sus investigaciones sobre los restos del Aramo los cuales entiende como enterramientos funerarios. Como dije en el Congreso SEDPGYM de Beja-2001, aquellos mineros prehistóricos que presiden el tramo inicial de nuestra Ruta, y que fueron descritos por Dory en 1893 (Revista Minera del 1º nov) son los muertos más antiguos que hemos podido localizar en accidentes mineros. Sus descubridores, los ingenieros Alfonso Dory y Alejandro Van Straalen, apuntan la versión catastrófica y, además, hablan de la existencia de dos razas de hombres entre los restos óseos encontrados (¿posible coexistencia de sapiens y neandertaliense?). Esto hace más imperdonable la indiferencia con que las autoridades políticas e intelectuales prestan a tan singular y extraordinario yacimiento.

[29] Advirtamos que la enorme y reiterativa bibliografía existente sobre la *Ruta de la Plata*, especialmente la de tipo turístico, prescinde casi por completo de citas y referencias. A lo lago del trabajo hemos hecho otro tanto y prescindimos en lo posible de un abusivo aparato bibliográfico cuando se trata de caminos ya trillados. Por el contrario, nunca agradeceré bastante los trabajos de autores que, conscientes de los grandes vacíos documentales que sufrimos en el tema específico de la minería, dedican su tiempo, y casi siempre su dinero, a realizar aportaciones significativas al tema que nos ocupa. Tendremos ocasión de volver sobre ellos, con mayor abundamiento, cuando en próximas aportaciones ampliemos el trabajo actual en tres grandes tramos: 1- Entre el Duero y el Cantábrico 2-del Duero al Guadiana y 3-al Sur del Guadiana.

La mina romana de *Lapis Specularis* de "La Mora Encantada" en Torrejoncillo del Rey (Cuenca)

M.J. Bernárdez Gómez*, J.C. Guisado di Monti* y F. Villaverde Mora**
*Universidad Autónoma de Madrid.
mj_bernardez@hotmail.com - jcguisado@wanadoo.es
**Proyecto "*Cien mil pasos alrededor de Segóbriga*".
cvillaverde@inicia.es

In memoriam Pedro Morales Cuenca

RESUMEN

En la localidad conquense de Torrejoncillo del Rey fue descubierta en el año 1955 por D. Pedro Morales una cavidad revelada en sueños como el lugar donde se hallaba oculto un singular tesoro escondido en un palacio de cristal. La cavidad resultó ser una mina romana de *lapis specularis* de la que no quedaba ni el recuerdo y tras la expectación inicial, y sobre todo tras la muerte de Pedro Morales, fue relegada al olvido.

Retomada su exploración desde la perspectiva de una investigación arqueológica en el marco del Proyecto "*Cien mil pasos alrededor de Segó*briga" para el estudio la minería romana del *lapis specularis*, la mina ha sido intervenida desde varias disciplinas científicas revelándose como una de las más atractivas para la investigación.

Palabras clave: Distrito minero, Galería, Karst, Lapis Specularis, selenita.

ABSTRACT

In Torrejoncillo del Rey, a locality in Cuenca, in 1955 D. Pedro Morales discovered a cavity which previously had been revealed to him in dreams as a place where a singular treasure had been hidden in a crystal palace. The cavity turned out to be a lapis specularis *Roman mine of which there did not exist any known records. After the initial expectations, and mainly after Pedro Morales' death, the mine was consigned to oblivion.*

Its exploration has been taken up again to be studied from an archaeological point of view within the project "One Hundred Thousand Steps around Segóbriga" for the investigation of lapis specularis *Roman mining. Different scientific disciplines have intervened in the study of the mine proving to be the most interesting one for the investigation.*

Key words: *Gallery, Karst, Lapis Specularis, Mining district, Selenite gypsum.*

INTRODUCCIÓN

A apenas un kilómetro al noroeste de la población conquense de Torrejoncillo del Rey, se localiza al lado de un antiguo camino con dirección a Valparaiso de Abajo, una pequeña elevación conocida como el Cerro de la Mora Encantada. El sitio, al igual que otros incontables parajes de la geografía hispana, recoge la toponimia de "Mora Encantada", y como en otras localidades, es sinónimo de leyendas relacionadas con la tradición oral y con la pervivencia de substratos culturales que reflejan la antigüedad y el recuerdo histórico del lugar[1].

[1] En la cercana localidad conquense de Uclés, también hay una cavidad natural con el nombre de Mora Encantada y que fue explorada por el jesuita y prehistoriador francés Capelle en el siglo XIX. Ambas cavidades, se han confundido a veces, una con otra.

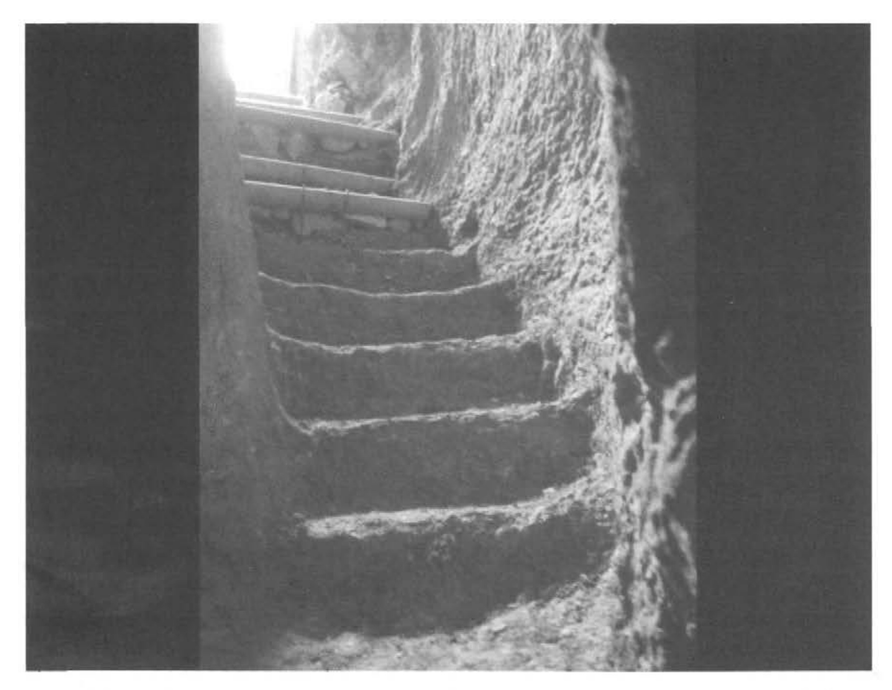


Foto 1. Acceso horizontal de la mina romana de *lapis specularis* de la "Mora Encantada" con escalones tallados a pico de época romana. (*Foto Javier Morales Orozco*).

En el caso concreto de Torrejoncillo del Rey, según su leyenda particular más o menos aderezada con las lógicas variantes, en la madrugada de San Juan (24 de junio) y en tiempos ya remotos, solía aparecerse una joven princesa mora de excepcional belleza, que peinaba su larga cabellera sobre el cerro, hasta que una vez fue sorprendida por un hombre, desapareció como por encanto, y desde entonces, no volvió a salir jamás. Tras su desaparición, el pequeño cerro fue conocido con el legendario nombre de "Mora Encantada" que aún perdura.

El mito, como en otros lugares e incluso en otros países, no hace sino enmascarar una manifestación de nuestro pasado histórico de difícil explicación para la comprensión de la población local, que sustenta y adorna la leyenda con el reflejo de tesoros y encantamientos que perduran en la memoria colectiva a lo largo de los siglos.

En la mencionada localidad, en el año de 1955, el vecino del pueblo D. Pedro Morales Cuenca, soñó que en el mencionado cerro de "La Mora Encantada", encontraba tras excavar, un ataúd blanco que contenía en su interior un tesoro de monedas de oro.

Confiado en el vaticinio onírico de la ensoñación, decidió contárselo a su amigo Alfonso Feijoo López y a su yerno Juan García Teruel, a los que convenció para que le secundaran en la tarea de hacerse con una previsible fortuna[2]. Decididos en la empresa y tras excavar los cinco metros, dieron con las paredes de un pozo picado a mano y colmatado de escombros, que continuaron hasta llegar a unos veinticinco metros de profundidad. Alcanzada esta cota, pudieron acceder a través de un boquete a una gran estancia de la que partían infinidad de galerías, y en donde las paredes estaban tapizadas de cristal. El supuesto palacio de la Mora Encantada se abría ante sus ojos...

[2] Pedro Morales había soñado con anterioridad que en una finca de su propiedad tras excavar un pozo encontraba agua. Para sorpresa de propios y extraños, excavó y encontró agua en un lugar que parecía imposible, y en el que aún hoy no falta el agua ni en los veranos más tórridos, por lo que su presagio fue tomado totalmente en serio por Alfonso Feijoo y Juan García.

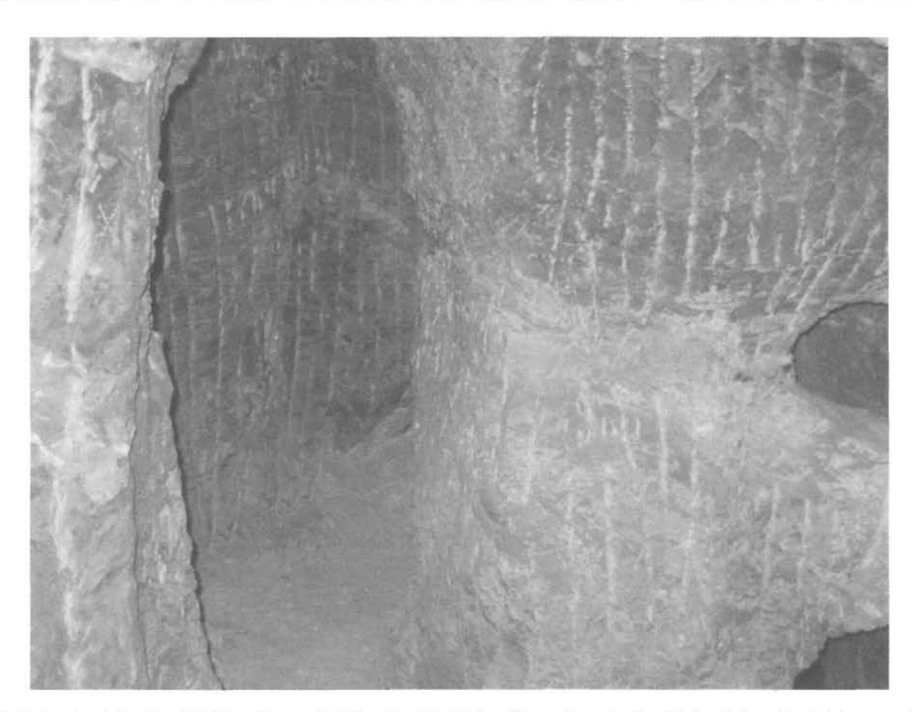


Foto 2. Interior de la mina de la Mora Encantada de Torrejoncillo del Rey (Cuenca), con huellas del cincelado original de la extracción. *(Foto José Martínez Hernández)*.

Las burlas e incluso coplas por parte de algunas gentes del pueblo con las que se acompañó la titánica tarea de excavación de los implicados, se trocaron en sorpresa y admiración ante la aparición de un lugar críptico lleno de fulgurantes espejos y brillos mágicos.

El descubrimiento de la cavidad tuvo en su momento una gran notoriedad y repercusión social, de manera que hasta se dispuso desde el Gobierno Civil de la provincia del envío de tres dotaciones de la Guardia Civil para poner orden entre los curiosos y requisar el presumible tesoro por aparecer.

Por su parte, la prensa nacional se hizo eco de la noticia y mandaba a sus corresponsales a la localidad conquense de Torrejoncillo del Rey para entrevistar a los protagonistas y narrar tan atrayente y sugestiva historia[3].

Las autoridades provinciales del momento se personaron en cuanto se notificó el descubrimiento, acudiendo al lugar el gobernador civil y el alcalde de Cuenca, y por parte del Patronato de Archivos, Bibliotecas y Museos D. Florencio Cañas Estival y el arqueólogo D. Gaspar de la Chica y Cassinello, éste último comisario provincial de excavaciones de Jaén, y a la sazón director encargado por la Comisaría General de llevar a cabo las excavaciones arqueológicas en la cercana ciudad hispanorromana de Segóbriga.

El arqueólogo D. Gaspar de la Chica elaboró el primer informe sobre la cavidad, describiéndola como uno de los minados de *lapis specularis* relacionado con las explotaciones mineras que se desarrollaron en la zona en época romana hacia unos dos mil años. También estuvo en esos primeros días del descubrimiento uno de los padres de la Arqueología Conquense, D. Francisco Suay Martínez, atento como siempre, a cuanto de interés arqueológico pudiera producirse en cualquier punto de la Provincia.

[3] ABC-Madrid: sábado 2 de abril de 1955, Ya: n.º 5.183 (1955), Arriba (Madrid): jueves 24 de marzo de 1955, El Caso: n.º 153 de1955 (Margarita Landi), Fotos: 1955 (José Miguel Janssens).

Ambos fueron acompañados por D. Pedro Morales en las exploraciones iniciales que revelaron el descubrimiento como una mina de espejuelo de época romana. De la Chica esbozó un primer plano de las galerías subterráneas y recogió algunas piezas cerámicas y restos óseos en estos reconocimientos previos.

Para acceder al minado de forma más cómoda que descendiendo el pozo de veinticinco metros de profundidad, consiguieron localizar y volver a abrir un antiguo acceso romano en horizontal de la mina, que se encontraba colmatado, de manera que a golpe de pico, e incluso barrenando y utilizando explosivos, lograron rehabilitar la antigua entrada. Tras colocar una puerta hecha *ex profeso* para controlar el nuevo acceso, comenzaron las labores de excavación en salas y galerías en pos de la oculta riqueza, hasta que ya sólo Pedro Morales, fiel a su sueño, continuó sus rebuscas tras de la quimera.

Una vez cerciorada la naturaleza del hallazgo y explicado el mismo, la novedad y expectación que supuso el descubrimiento de la mina de *lapis specularis* derivó en un paulatino desinterés con el transcurrir del tiempo. Solamente Pedro Morales continuó asiduamente visitándola con su idea de encontrar el tesoro augurado en su sueño.

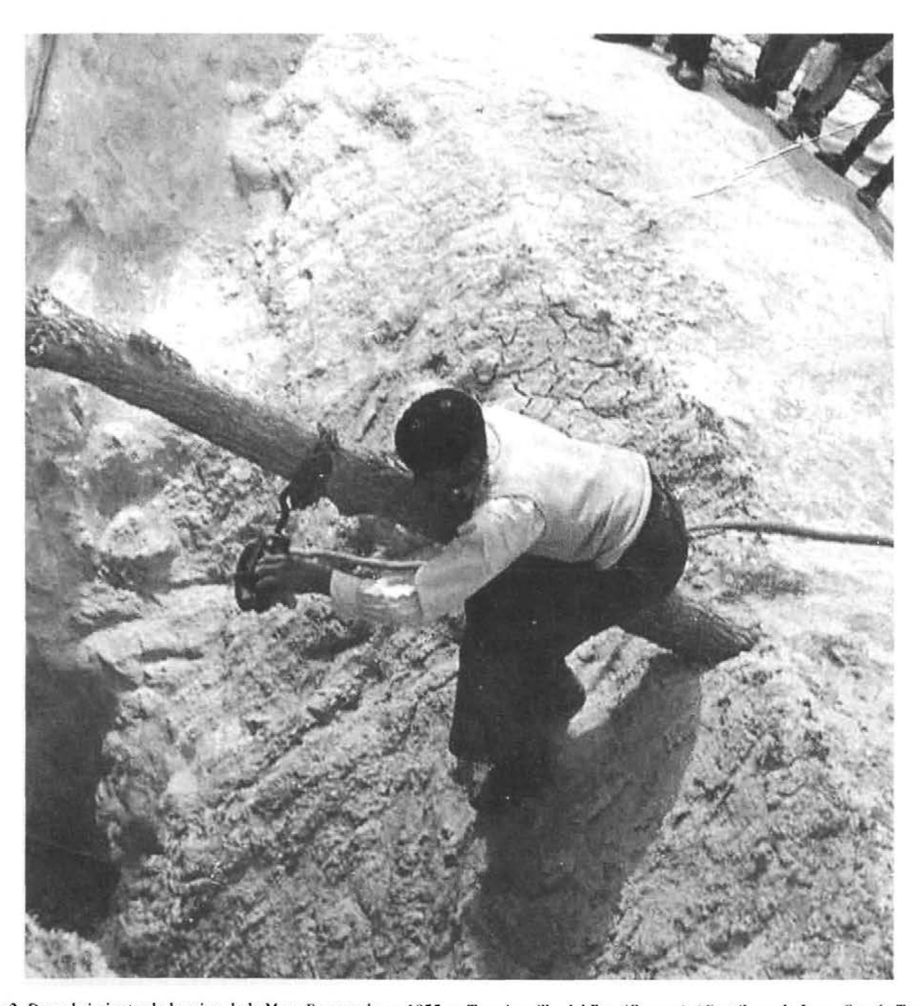


Foto 3. Descubrimiento de la mina de la Mora Encantada en 1955 en Torrejoncillo del Rey (Cuenca). (*Gentileza de Juan García Teruel*).



Foto 4. Pozo vertical de la mina romana de la Mora Encantada. (*Foto José Martínez Hernández*).



Foto 5. Cámara principal de la mina romana de *lapis specularis* de la Mora Encantada. (*Foto Javier Morales Orozco*).

Si bien en un principio contó con sus antiguos colaboradores y alguno más que, ante las perspectivas favorables del hallazgo de la cavidad se sumó a la cuadrilla en busca del oro, el paso del tiempo sin los resultados deseados, iría haciendo abandonar a todos menos al principal implicado, que hizo de la búsqueda del tesoro una cuestión personal hasta el final de sus días, hasta el punto de dejar de laborar los campos e invertir su tiempo, su dinero y ahorros en medios para intentar conseguir su objetivo.

Las labores de búsqueda de Pedro Morales en el interior de la mina, son fáciles de distinguir con respecto a los testimonios y excavaciones de época romana por la pátina más reciente de los estériles. Además se diferencian por una disposición encaminada claramente a escudriñar y a remover tierra en finales de galerías y lugares destacados.

De lo que no hay duda, es de las pruebas de una búsqueda sistemática en la totalidad de la mina y de un conocimiento absoluto de la misma no sólo en lo que hoy es visible y accesible, sino también en las zonas cegadas y anegadas por escombros de lo que sería la morfología completa de la mina. Esto es, de zonas de la mina que hoy están colmatadas y que vemos que Pedro Morales intentó abrir y en otros casos abrió, consciente del desarrollo y dirección de los pisos y de la estructura global del minado.

Tras Pedro Morales, la mina quedó como una curiosidad más que ha sido visitada por vecinos de los pueblos cercanos y grupos de espeleología deportiva. En la década de los setenta del siglo pasado fue inspeccionada por el Arqueólogo D. Martín Almagro Basch, que en su guía del conjunto arqueológico de Segóbriga la menciona e incluye entre las minas de espejuelo de las que hablaba el naturalista Plinio con relación a Hispania y en referencia a Segóbriga.

Más recientemente, la mina y parte de su contexto fue mencionada en la obra de D. Santiago Palomero sobre las calzadas romanas de Cuenca, e incluida como yacimiento minero romano en la Tabula Imperii Romani, en su hoja K-30 (Madrid)[4].

En la actualidad y desde el 2003, la mina ha sido intervenida arqueológicamente por el equipo del Proyecto *Cien mil Pasos Alrededor de Segóbriga* que estudia la minería romana del *lapis specularis*. Los trabajos han permitido una primera aproximación al minado, revelándose éste, por sus características, como una de las minas más interesantes del distrito minero romano de *lapis specularis*.

LA MORA ENCANTADA Y SU CONTEXTO EN ÉPOCA ROMANA

La mina de la Mora Encantada, planteaba a todas luces antes de nuestra intervención y sobre todo después de las primeras visitas, un primer interrogante claro: ¿Era posible que una zona de explotación de *lapis specularis* tuviera un solo minado y en particular de grandes dimensiones?.

La experiencia en otros complejos mineros de espejillo, atestigua que las áreas de explotación se estructuran en un número variable de minados consecuente con la zona de mineral explotable, y si bien, en algunos casos, el número de minas es más bien pequeño (siempre en consonancia con la mineralización del lugar), no es frecuente la localización de una única mina en una zona geológicamente practicable y donde es factible beneficiar el yeso especular.

En ocasiones, es posible encontrar restos aislados y solitarios de pozos de prospección romanos en zonas yesíferas donde tratan de sondear el potencial de *lapis specularis* atraídos por pequeñas vetas de espejuelo en superficie o por cavidades kársticas naturales también en yeso y con algún indicio de espejillo en interior, como por ejemplo en la cercana "Cueva del Bache" de Campos de Paraíso.

[4] Tabula Imperii Romani (K30) - página 224 entrada JSP.

Pero en estos casos, son meros sondeos abandonados en cuanto los resultados de la prospección minera son negativos. Por el contrario, si el terreno es factible de explotación, todo un entramado surge en torno a la zona, constituyendo un complejo minero dotado de infraestructuras y yacimientos varios.

La mina de la Mora Encantada tras las primeras prospecciones de su entorno, se reveló con lógica no como un hecho aislado, sino como parte integrante de un complejo minero mayor, en donde el resto de las minas del complejo (excepto otras dos), permanecen cegadas y encubiertas en superficie.

El complejo minero de Torrejoncillo del Rey (TR), cuenta con indicios constatables de, al menos otras diez minas más, establecidas en dos sectores claros, uno en el entorno inmediato de la propia Mora Encantada, y otro cercano al Cerro del Telégrafo o de San Bartolomé, al lado de la carretera nacional Tarancón-Cuenca[5].

El complejo minero se articula mediante una calzada secundaria que desde el pueblo y saliendo por la calle "empedrada", pasa por la propia mina de la Mora Encantada, cruzando más adelante el río Cigüela por un posible puente romano del que sólo quedan sus arranques, y tras dejar el Cerro del Telégrafo a su izquierda, enfila hacia el pueblo de Valparaiso de Abajo, en dirección a otro complejo minero que tiene como mina más representativa la conocida como mina de *lapis specularis* de "La Quebrada" o "Cueva del Espejuelo"[6].

El complejo minero de Torrejoncillo se sitúa en ambas márgenes del río Cigüela, en nexo y continuación de otros complejos mineros que a lo largo del río configuran una de las áreas mayores de explotación del *lapis specularis*. Su conexión viaria con el resto del distrito minero, se vertebra a través de la calzada que discurre paralela al río y que conecta con el paraje de Villas Viejas, en Huete, donde enlazaría con la calzada principal que se dirige hacia el puerto mercante y ciudad de Cartagena[7].

El trazado de esta vía, se encuentra jalonado de asentamientos y yacimientos romanos, gran parte de ellos en relación con las explotaciones de yeso especular, mientras que otros, continuarán activos después de las labores mineras, perdurando en el tiempo.

El recorrido de la vía partiendo desde Torrejoncillo, se rastrea por el actual "Camino de la Madre de Dios", donde en la Ermita de Urbanos, se localiza un gran yacimiento romano que pervive hasta época tardorromana y donde existió un importante cruce de calzadas[8].

En las inmediaciones de esta ermita, apareció un epígrafe votivo de un legionario de la Legio VII que por octava vez, dedicaba una ofrenda a las ninfas[9]. El lugar donde se localiza la ermita, ha sido interpretado como un posible santuario ya desde época romana, al localizarse en un sitio clave como es el cruce de calzadas, por la pervivencia del culto religioso hasta la actualidad, y por la abundancia de agua de sus inmediatas lagunas, posiblemente relacionadas con la ofrenda a las ninfas hecha por el legionario.

Próximo a la ermita, se halla el sitio de Santa Brígida, donde se han encontrado monedas y otros restos adscribibles también al elenco romano. Continuando el camino de la Madre de Dios y todavía en el término de Torrejoncillo, se encuentra el yacimiento de Quintanares, villa romana que comienza su etapa en época Altoimperial y que subsiste hasta el Bajo Imperio como núcleo agrícola de mayor entidad. Entre sus restos se localizan teselas de mosaicos, fragmentos de terra sigillata y de ánforas, trozos de *lapis specularis* utilizados como cierres de ventanales y demás piezas habituales de este tipo de yacimientos.

La calzada continuaría hasta la Ermita de San Miguel (Fuente del Pez), también con restos romanos, donde cru-

[5] Esta última zona quedará anegada posiblemente por la infraestructura de la nueva autovía Madrid-Cuenca.

[6] Tabula Imperii Romani (K30) - 235 entrada JSP.

[7] Vía IA.6 de Santiago Palomero en "las vías romanas en la provincia de Cuenca".

[8] Torrejoncillo-Villas Viejas (IA.6) y Huete-Valeria (IA.5).

[9] El epígrafe fue hallado en las inmediaciones del santuario de Urbanos (Torrejoncillo del Rey), en el llamado "Camino Real a Huete". Dicho epígrafe aparece equivocadamente como encontrado en el yacimiento de Puntal de Parrales de la localidad de Huete, cuando esto no es así. (Tabula Imperii Romani K-30 - página 186: AFD).

zaría al otro margen del río, y enlazando con minas de *lapis specularis* de las localidades de Palomares del Campo y de Villas Viejas, llegaría a Fosos de Bayona (antigua Contrebia Carbica), para conectar con la vía de Carthago Nova.

En lo que respecta al entramado arqueológico inmediato a la mina de la Mora Encantada, aparte de la vía que lleva a Valparaiso y el resto de los minados, la prospección arqueológica realizada nos ha permitido localizar un centro de procesamiento contiguo a las minas, donde se realizaba una primera elaboración del mineral y en donde abundan los restos de escoria procedentes de fraguas y de fundiciones relacionadas con la fabricación y el mantenimiento de los útiles metálicos mineros necesarios para la explotación minera.

El registro arqueológico asociado al establecimiento, tiene una cronología de siglo primero de nuestra Era, con restos materiales de terra sigillata hispánica, gálica, marmorata, y gran abundancia de restos ánforicos y de grandes dolias, así como cerámica común y escombreras de estériles de espejuelo, con placas de *lapis specularis* cortados con sierra.

Cercano también a la mina y próximo al río, hemos podido detectar un hábitat de carácter agrícola inscrito en la zona minera y coincidente en cronología con el enclave minero, evidenciando la diversificación de explotación de los recursos del territorio en época Imperial mediante la dualidad de dos ejes básicos de actividades productivas, como son las relacionadas con las explotaciones mineras y con las tareas agropecuarias.

Como hábitat cercano de mayor entidad de época romana, la actual población de Torrejoncillo del Rey probablemente sea el núcleo poblacional donde la sociedad campesina hispanorromana que daba servicio a las minas se establecería tras el cambio del marco organizativo, productivo y territorial generado por el nuevo orden romano.

Con anterioridad y con respecto al precedente periodo prerromano, la comunidad gentilicia celtibérica que habitaba la zona, evidencia una actividad económica de carácter fundamentalmente pastoril, con un modelo de organización social más localista y basado en clanes o estirpes patriarcales, en donde el asentamiento de mayor entidad se localiza en el cerro de la "Plaza de Armas", típico castro celtibérico del Hierro II fortificado en altura, con doble muralla, doble foso, y torreón franqueando su entrada.

La amplia y elevada meseta que forman las alturas calizas de esta zona del término de Torrejoncillo, unido a la presencia de agua (Fuente del Carretero), hacen del lugar el sitio idóneo donde resguardar aisladamente y tener controlado de forma natural los rebaños de la cabaña ganadera.

La inmediata *castellum* de "La Atalaya", torre circular de unos diez metros de diámetro también del Hierro II, establecida con una clara funcionalidad defensiva y de control del territorio, complementaba de forma perfecta la vigilancia y protección que sobre la riqueza ganadera de la época efectuaba la población del momento.

El hecho de que los yacimientos celtibéricos del término no parecen destruidos y alcanzan en sus restos materiales hasta el periodo romano, sugiere que la población abandonó o fue obligada a abandonar los emplazamientos en un determinado momento coetáneo ya a la romanización del lugar, situándose por grado o por fuerza en la llanura manchega y en el valle del cigüela, en lugares más favorables y consecuentes con los nuevos modelos productivos y de organización impuestos por los romanos.

CONSIDERACIONES FINALES

Dentro del esquema colonialista romano, la concepción de ocupación del territorio en base a la explotación intensiva de sus recursos, incluidos los mineros, supuso para la zona que estamos tratando el inicio y la puesta en marcha a gran escala de la producción de una materia prima conocida como *lapis specularis*.

El mineral, se convirtió en poco tiempo en un recurso estratégico que revolucionó a la zona productora en todos sus aspectos, desempeñando el papel de principal elemento dinamizador de la economía y cambiando considerablemente las condiciones y modos de vida de la región.

La minería del *lapis specularis* generó uno de los más grandes conjuntos mineros de la antigüedad y uno de los mejores conservados en la actualidad. El fin de sus explotaciones condicionado por la expansión y el uso del vidrio también en época romana, paralizó las labores mineras, que fueron abandonadas, no volviéndose a reactivar ni a explotar las minas salvo de forma residual.

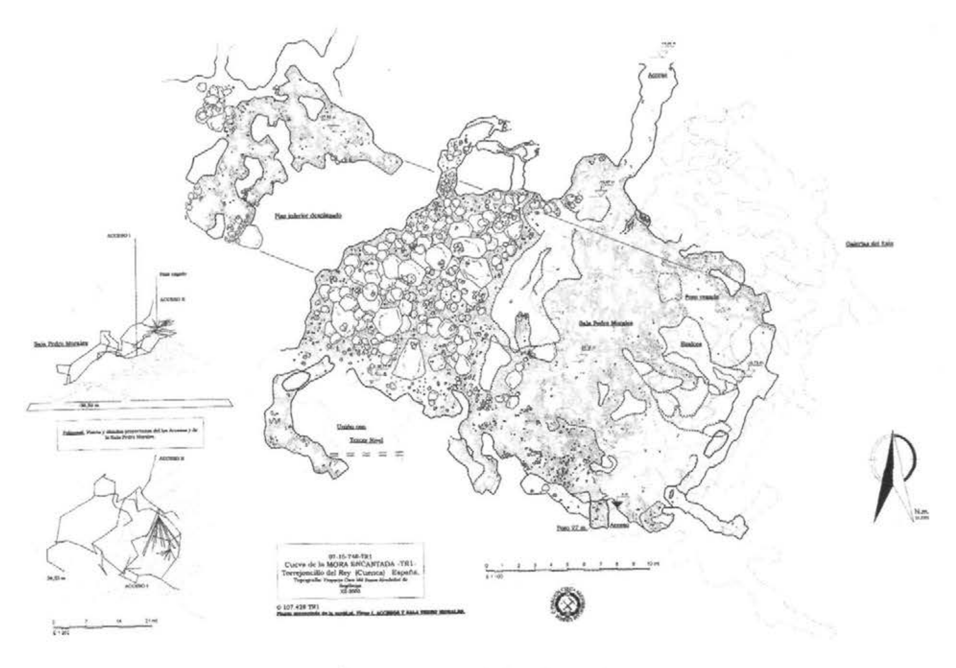
El cese de la explotación posibilitó igualmente el ocultamiento de las minas, bien por los propios cierres efectuados en época romana, como por factores físicos naturales consustanciales al abandono y al transcurso del tiempo. Uno de estos minados, la mina de la Mora Encantada, permaneció oculta hasta 1955, fecha en que fue descubierta de forma más que anecdótica por un vecino del pueblo.

La mina con un desarrollo actual de más de un kilómetro de galerías, tiene una profundidad en torno a los -40 metros de cota, y se estructura básicamente en tres zonas que se corresponden con la sala principal, las galerías del este y el tercer nivel (ver planos 1 al 3). La última zona, la de mayor profundidad, según la frecuencia de lluvias y temporada del año suele estar o no inundada, al coincidir con el nivel freático.

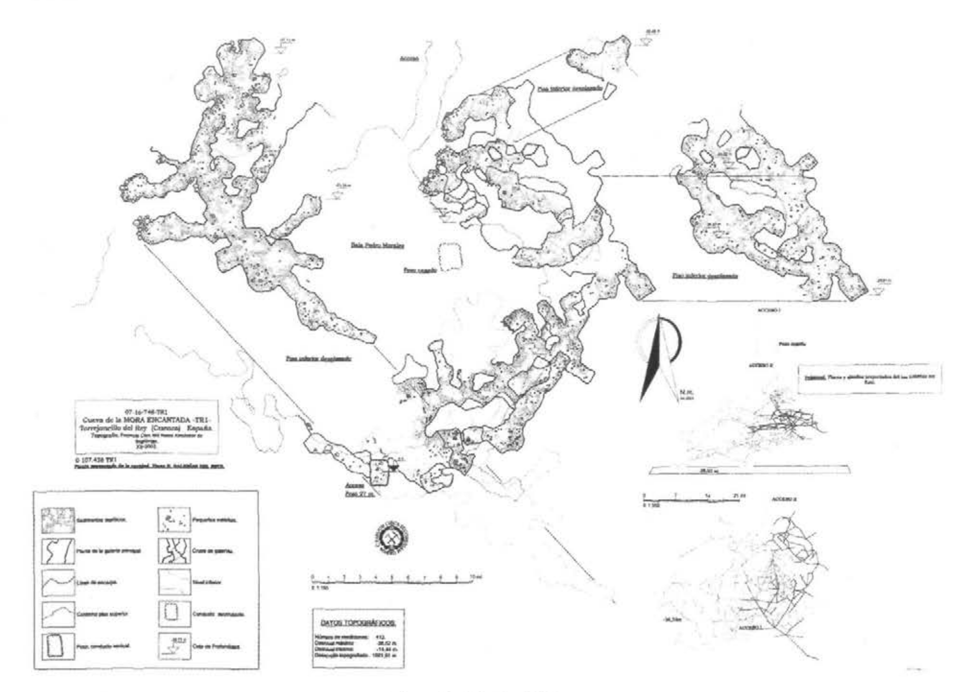
La explotación de la mina se gestó mediante el método de cámara y galerías, habitual en la minería antigua subterránea; cuenta con dos pozos de extracción (uno de ellos de 25 metros), y con una entrada en pendiente con escalones tallados a pico, que facilitaba tanto el acceso a la mina como a la propia extracción del mineral.

La principal característica de la mina de la Mora Encantada en lo que respecta a la investigación de la misma, estriba en la ventaja de la relativa actualidad de su redescubrimiento, es decir, la mina desde época romana ha permanecido oculta hasta que volvió a reabrirse a mediados del siglo XX, por lo que, al contrario de la mayoría de minados del distrito minero, apenas ha sufrido la injerencia del tiempo y de otras épocas, en donde las minas han sido utilizadas como refugio, necrópolis, vertederos, etc.

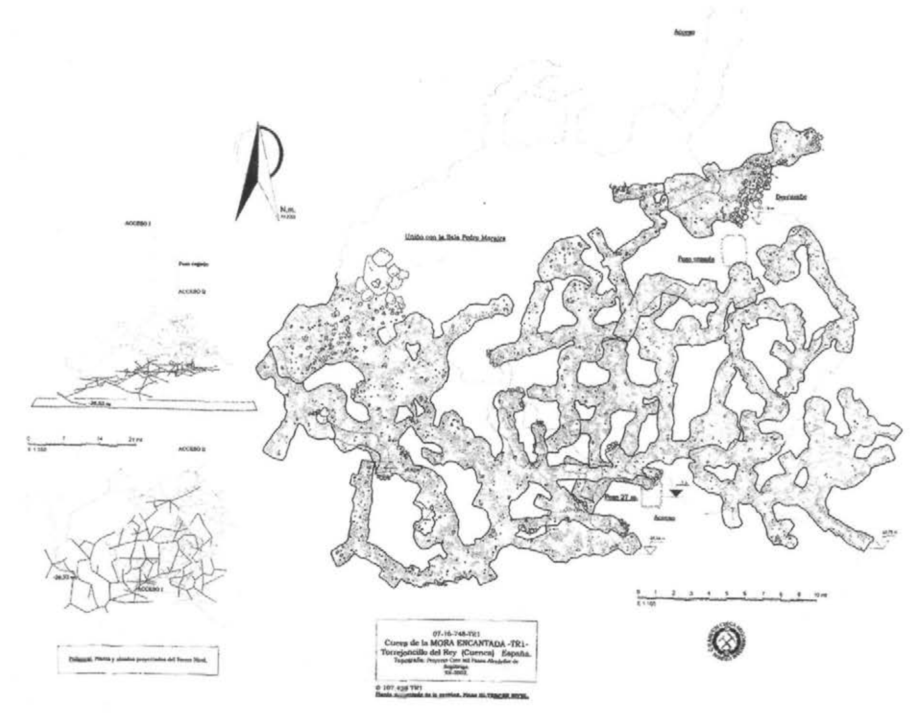
Esto, nos posibilita el poder contar con un minado de considerables dimensiones "no contaminado" por intromisiones ni elementos de otras secuencias históricas (excepto las actuales), que enmascaren la original explotación



Plano 1. Acceso y sala de Pedro Morales.



Plano 2. Galerías del Este.



Plano 3. Tercer nivel.

romana, de manera que podemos proyectar la mina desde una perspectiva más realista en lo que respecta a su morfología original, su desarrollo, el momento de abandono de la mina y otros aspectos esenciales para la investigación que se está desarrollando en la Mora Encantada y, de manera general, para el estudio de la minería romana del *lapis specularis*.

Por último, y para no dejar parte de la historia incompleta, en un verano de la década de los noventa, dos vecinos de Torrejoncillo del Rey extraían bloques de yeso para su cocción en horno, en un lugar inmediato al cementerio de la localidad. Mientras procedían al arranque de los bloques en un pequeño afloramiento yesífero, el puntero que usaban de herramienta se hundió en el suelo sin presentar apenas resistencia.

Habían encontrado una galería de una mina romana de *lapis specularis* que, al igual que la Mora Encantada, se hallaba encubierta exteriormente. La exploración de la mina (actual TR-2), constató que el pequeño cerro y sus inmediaciones, formaban parte de una mina subterránea cuyo desarrollo interior incluía el área de superficie donde se encuentra el actual cementerio de Torrejoncillo del Rey, lugar donde paradójicamente se encuentran los restos mortales de Pedro Morales.

BIBLIOGRAFÍA

- **Almagro Basch, M. (1983):** Segóbriga I. Los textos de la Antigüedad sobre Segóbriga y las discusiones acerca de la situación geográfica de aquella ciudad, Excavaciones Arqueológicas en España n.° 123, Madrid.
- **Almagro Basch, M. (1975):** Segóbriga, ciudad celtibérica y romana. Guía de las Excavaciones y Museo. Madrid, (reed. 1978,1986,1990).
- **Almagro Gorbea, M. y Abascal Palazón, J.M. (1999):** Segóbriga y su conjunto arqueológico, Publicaciones de la Real Academia de la Historia. Madrid.
- **Arlandi Rodríguez, M. (2004):** «El laboreo romano del *lapis specularis* en la mina del Búho. Osa de la Vega (Cuenca)». IV Congreso Internacional Sobre Patrimonio Geológico y Minero: 333-342. Utrillas (Teruel). Septiembre 2003.
- **Balsalobre González, J. (1996):** Torrejoncillo del Rey. El presente y su pasado, Barcelona.
- **Bernárdez Gómez, M.J. y Guisado di Monti, J.C. (en prensa):** «El tesorillo de trientes hispanovisigodos de la mina romana de *lapis specularis* de "La Condenada" en Osa de la Vega (Cuenca)». XIII Congreso Internacional de Numismática. Madrid.
- **Bernárdez Gómez, M.J. y Guisado di Monti, J.C. (2004):** «El cristal de Hispania». Revista Historia Natural n.° 4: 52-59. Madrid.
- **Bernárdez Gómez, M.J. y Guisado di Monti, J.C. (2004):** «La minería romana del *lapis specularis*. Una minería de interior». Investigaciones Arqueológicas en Castilla-La Mancha 1996-2002: 245-256. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Servicio de Publicaciones. Salamanca.
- **Bernárdez Gómez, M.J. y Guisado di Monti, J.C. (2002):** «Las explotaciones mineras de *lapis specularis* en Hispania». Catálogo de la exposición: Artifex: La Ingeniería Romana en España: 273-298. Museo Arqueológico Nacional. Madrid.
- **Bernárdez Gómez, M.J. y Guisado di Monti, J.C. (2000):** «La "Mina Espejo", un Proyecto de Musealización y Visitabilidad de las Minas romanas de *lapis specularis* de Cuenca». Actuaciones sobre el patrimonio minero-metalúrgico. III Sesión Científica. Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, Huelva.
- **Bernárdez Gómez, M.J. y Guisado di Monti, J.C. (1995):** La huella del minero. León.
- **Bernárdez Gómez, M.J., Guisado di Monti, J.C. y Villaverde Mora, F. (2004):** «Edouard Capelle: un prehistoriador y jesuita francés en tierras de Cuenca». Zona Arqueológica n.° 3: Pioneros de la Arqueología en España del siglo XVI a 1912: 345-352. Museo Arqueológico Regional de Madrid, Alcalá de Henares.
- **Bernárdez Gómez, M.J., Guisado di Monti, J.C. y Villaverde Mora, F. (2002):** «Las minas romanas de *lapis specularis* de Osa de la Vega (Cuenca). Una aproximación a su estudio». Congresso Internacional sobre el Patrimonio Geológico e Mineiro, Beja (Portugal): 291-302. Lisboa.

- **Madoz Pascual, M. (1845-1850):** Diccionario Geográfico, Estadístico e Histórico. Servicio de publicaciones de Castilla La-Mancha, tomos I-II. Cuenca, 1987.
- **Osuna Ruíz, M. y Suay Martínez, F. (1974):** «Yacimientos romanos de la provincia de Cuenca». Revista Cuenca n.° 6.
- **Palomero Plaza, S. (1987):** Las vías romanas en la provincia de Cuenca, serie Arqueología Conquense n.° 8. Cuenca.
- **Palomero Plaza, S. (1984):** «Sobre algunas ermitas y romerías y su relación con la Arqueología y las vías romanas de la actual provincia de Cuenca». Segundo Congreso de Etnología de Castilla-La Mancha. Ciudad Real.
- **Puig y Larraz, G. (1896):** Cavernas y Simas de España, Madrid.
- **Selva Iniesta, A. (1993):** «La Encantada de la Camareta. Antología e interpretación». La Cueva de la Camareta. Antigüedad y Cristianismo n.° 10: 479-485. Murcia.
- **VV.AA. (1993):** Tabula Imperii Romani-Hoja K-30 (Madrid). Madrid.

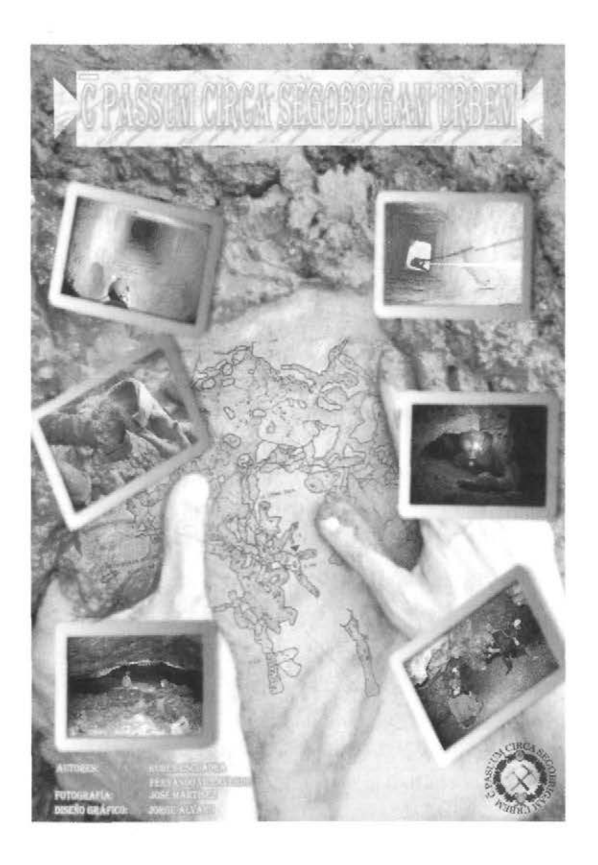
La minería del *Lapis Specularis*

F. Villaverde Mora y R. Escuadra Iglesias
cvillaverde@inicia.es

RESUMEN

Este póster ha sido presentado por el Proyecto de investigación *"Cien Mil Pasos Alrededor de Segóbriga"*. Proyecto de investigación que tiene como objeto de estudio la minería romana del *lapis specularis* en la actual provincia de Cuenca (Castilla-La Mancha), y que toma su nombre de la cita del naturalista Plinio al referirse al lugar y la extensión que ocupan los minados de *lapis specularis*, esto es, en un área de cien mil pasos (147 km), en torno a la antigua ciudad romana de Segóbriga (Saelices-Cuenca).

En el póster se muestran seis imágenes de menor formato en las que se reflejan diferentes aspectos de los trabajos desarrollados dentro del Proyecto. Como fondo se propone un fotomontaje con una composición principal compuesta por una planimetría parcial del plano de labores de la mina de *lapis specularis* de "La Condenada" (Osa de la Vega-Cuenca). El plano es "rescatado" del barro, y del olvido de la memoria colectiva por unas manos que simbolizan el esfuerzo y el trabajo desarrollado dentro del Proyecto.



La explotación de Jaspe en época antigua en la ciudad de *Dertosa*

Margarida Genera i Monells*, Aureli Álvarez Pérez y Jordi Galindo Torres*****
*Cap de la Secció d'Inspecció Tècnica i Programació del Servei d'Arqueologia de la Generalitat de Catalunya.
Directora del projecte "L'Ebre final via de comunicació i mitjà d'explotació de recursos naturals a l'antiguitat".
**Profesor Titular de la Facultat de Geología. Universitat Autònoma de Barcelona.
***Geólogo miembro del equipo científico.

RESUMEN

Debido a que la formación del delta es muy reciente, el territorio ocupado por la actual ciudad de Tortosa habría reunido, hace más de dos milenios, unas condiciones estratégicas como asentamiento humano, convirtiéndose en un centro de comunicación entre el litoral y las tierras del interior peninsular.

Así pues, uno de los rasgos que, sin duda, caracterizaron la antigua *Dertosa* es su ubicación en un área, cuyas condiciones geomorfológicas propiciaron la instalación de un doble puerto natural marítimo-fluvial que impulsó una gran actividad económica.

Entre los productos comercializados, se encuentra el *brocatello* o jaspe de la Cinta empleado ya por los romanos en su producción epigráfica, principalmente pedestales.

En esta intervención aportamos una serie de datos sobre el tema, basados no solamente en el registro arqueológico sino también en el geológico, con el fin de que ambos sean tenidos en cuenta en un futuro itinerario que contribuya a un mejor conocimiento y difusión de los auténticos valores patrimoniales, históricos y culturales del río Ebro.

Palabras clave: *brocatello*, época iberorromana, jaspe de la Cinta, puerto fluvial, territorio de *Dertosa*.

ABSTRACT

The formation of the Delta is quite recent, the territory where the city of Tortosa is located, from more than two thousand years ago, would possessed some strategic conditions as a human settlement, it turned to a communication centre between the coast and the inner peninsular lands.

Therefore, one of the features that characterised the ancient Dertosa is its situation in an area which geomorphological conditions favoured a double natural maritime-fluvial harbour that had grown up the economic activity.

Among the trading products, we find "brocatello" or Cinta's jasper, already used by the Romans in their epigraphic production, mainly pedestals.

We contribute in this intervention a lot of details about the topic. They are based not only on the archaeological register but also in the geological one. Both of them should be attended in a future itinerary in order to improve in a better diffusion and knowledge of the river Ebro's real historic and cultural value patrimony.

Key words: *brocatello, Dertosa's territory, fluvial port Later Roman Age settlement.*

INTRODUCCIÓN

El rasgo diferencial de la ciudad de *Dertosa* en época romana respecto a la actual reside principalmente en su ubicación en un área cuyas condiciones naturales determinaron la existencia del doble puerto marítimo-fluvial en una de las rutas terrestres más importantes (Figura 1).

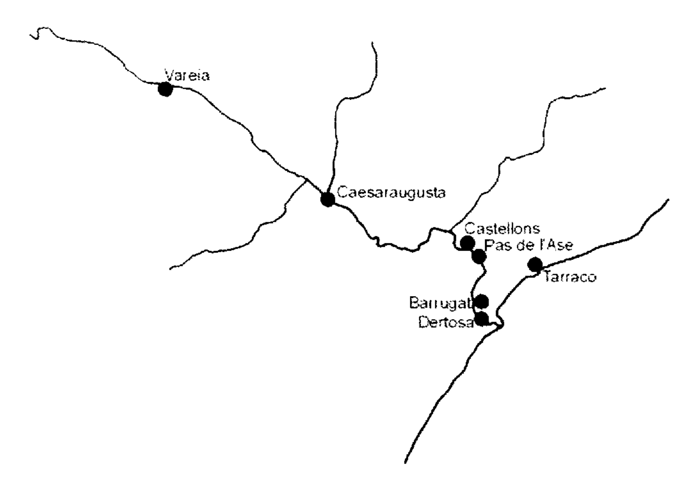


Figura 1. Situación de *Dertosa* en la cuenca fluvial del Ebro, en su tramo navegable durante la antigüedad.

Pues sin duda alguna, la vitalidad económica desarrollada en esta ciudad marinera actualmente enmascarada por la formación del delta, fue una de las consecuencias de su emplazamiento junto a la costa en las bocas del río Ebro que habría favorecido su gran capacidad comercial en un territorio rico en recursos naturales: campos aptos para el cultivo, madera, canteras, salinas, etc.

En esta ocasión destacamos la explotación del *brocatello* o jaspe de la Cinta empleado como material suntuoso ya por los romanos, quienes lo exportaron, en sus diferentes variedades, a numerosas localidades del Imperio.

LAS CANTERAS DE JASPE DE LA CINTA: CARACTERÍSTICAS Y VARIEDADES, EXPLOTACIÓN Y TRANSPORTE

El Jaspe de la Cinta[1], denominado por Gnoli (1971) *Brocatello*, por su semejanza con los antiguos brocados tejidos con hilo de oro, recibe su nombre por ser el material utilizado en la decoración de capilla de la Nostra Senyora de la Cinta, patrona de la ciudad, en la Catedral de Tortosa (Figura 2).

En la zona cercana al Raval de la Llet, en esta misma localidad del Bajo Ebro, los romanos explotaron, con fines ornamentales, un gran número de yacimientos calizos, que forman la parte más elevada del relieve (Figura 3). Trabajos recientes han destruido, en parte, los restos de las explotaciones romanas, los cuales, no obstante, son suficientemente abundantes para darnos idea del volumen de aprovechamiento llevado a cabo en la antigüedad romana.

Los materiales calizos, de época jurásica, fueron deformados por una serie de fallas y movimientos tectónicos durante las fases alpinas. Posteriormente, fueron compactados por una matriz de color, con evidentes señales de actividad cárstica, dando origen a una brecha que, a su vez, sufrió un último proceso de dolomitización. El resultado fue una brecha con restos de fósiles muy obliterados difícilmente reconocibles y con coloraciones que van desde el rojo intenso, al violeta y al amarillo claro (Álvarez 1992) (Figura 2.2).

El Jaspe de la Cinta, observado al microscopio de luz polarizada, aparece como una lumaquela de composición calcárea, matriz micrítica con abundantes minerales de arcilla y óxidos de hierro, bioclastos abundantes y de tama-

[1] Según el Anuario de la Piedra Natural (1990) las propiedades son: Masa Volúmica (2,64 gr/cm^3), Coeficiente de Absorción (0,86%), Resistencia a la Compresión (809 Kg/cm^2), Resistencia a la Flexión (74 Kg/cm^2), Resistencia al Desgaste (0,85 mm), Resistencia al Impacto (33 cm) y Microdureza Knoop (190 Kg/mm^2).

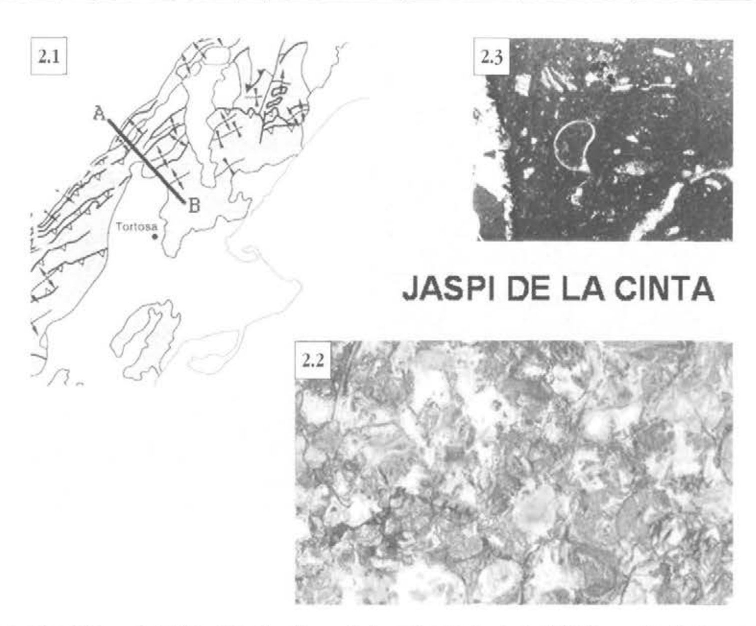


Figura 2. Diversos aspectos del jaspe de la Cinta. **2.1.** Situación geológica. **2.1.** Aspecto visual. **2.3.** Observación al microscopio de luz poralizada.

ño muy diverso. También aparece en forma de núcleos de calcita recristalizada, muy heterogranular y muy abundantes. El tamaño de grano que forma la matriz oscila entre 1/16 a 1/125 mm. Aparecen estilolitos mineralizados con minerales de hierro. Los bioclastos son de difícil identificación. (Álvarez 1984) (Figura 2.3).

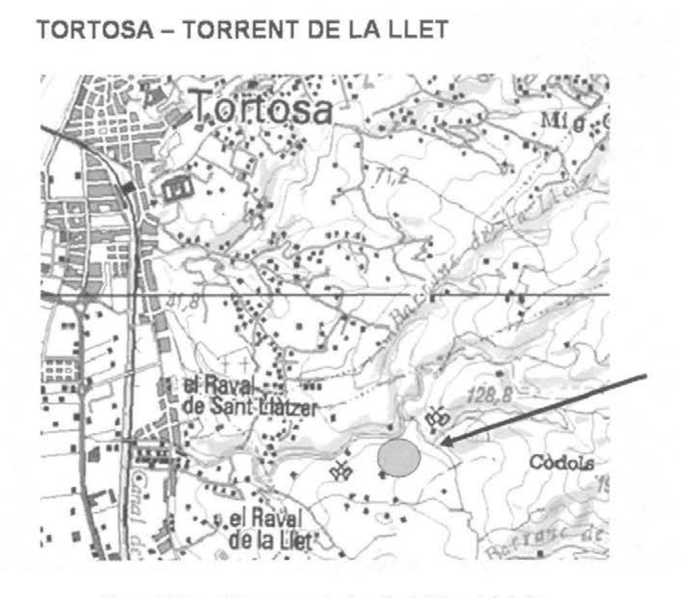


Figura 3. Mapa de Tortosa con la situación del Torrent de la llet.

La explotación de estos materiales data como mínimo de la segunda mitad del siglo I d.C. (Mannoni 1978). Difundido por el Imperio romano, sin embargo, su máxima explotación debe cifrarse en el período del Renacimiento y del Barroco, pues, dada su coloración, a veces un tanto abigarrada, fue altamente apreciado por los gustos de la época. En Italia y en Francia se pueden hallar numerosos ejemplos de utilización. Incluso en España abundan los edificios y monumentos donde fue empleado como por ejemplo el Escorial, Palacio Real... Sin ir más lejos, el coro de la catedral de Barcelona posee un impresionante aplacado de este material.

Las dos canteras más importantes son la de la Cinta (Figura 4) y la dels Valencians (Figura 5). La primera es en realidad la que proporcionó el material para la ornamentación de la capilla antes mencionada. La segunda fue la que proporcionó mayor volumen de piedra extraída.

Actualmente han sido reexplotadas para la obtención de áridos para la construcción de las modernas vías de comunicación abiertas en la región.

Ello ha provocado la desaparición de numerosos restos de las explotaciones antiguas. Con todo pueden observarse todavía signos y señales de las extracciones romanas, medievales y recientes.

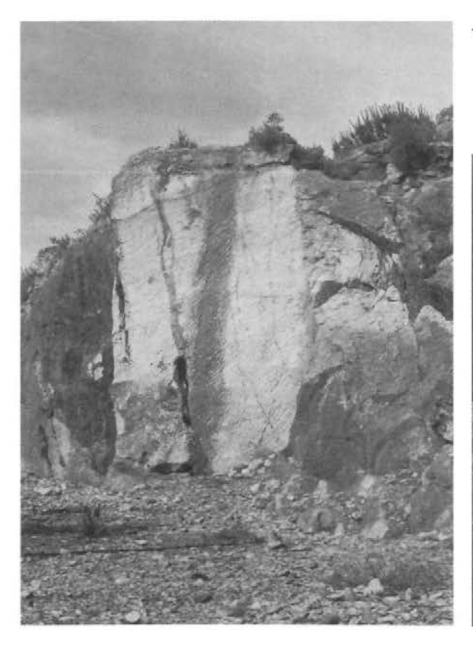
En la figura 6, se identifican con claridad vestigios de la extracción de bloques llevada a cabo en época romana. En la figura 7 aparece un frente antiguo de explotación efectuado por los romanos. En la figura 10 aparecen algunos bloques seguramente extraídos también en época romana.

Así mismo, las últimas explotaciones han dejado vestigios, fácilmente reconocibles por haber sido explotados con técnicas modernas (martillos neumáticos de percusión) (Figuras 8 y 9).

Tras su extracción el material era transportado hacia el río Ebro con el objeto de trasladarlo hacia otras localidades de destino: por vía marítima, hacia Roma, y, por vía fluvial, hacia el interior de la Península, donde se encuentra en abundancia en *Caesaraugusta*. Más hacia el interior ha sido detectado en la Colonia *Clunia Sulpicia*, Burgos.

DERTOSA EN EL MARCO DE LA NAVEGABILIDAD DEL EBRO

Para abordar el tema de la navegabilidad de este río en época antigua debemos referirnos, en primer lugar, a la

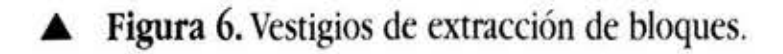


◄ **Figura 4.** Cantera de la Cinta.

Figura 5. Vista general de la cantera de els Valencians. ▼







▲ **Figura 6.** Vestigios de extracción de bloques.



Figura 7. Antiguo frente de explotación de época romana. ▶

evolución de la ciudad de Tortosa desde sus orígenes. Aunque la información disponible siga siendo muy escasa, las intervenciones arqueológicas realizadas hasta la fecha nos permiten hacer una aproximación a algunos aspectos esenciales que habrían configurado la localidad de *Dertosa*.

Nos basamos principalmente en los resultados obtenidos a partir de las investigaciones efectuadas en los solares de Costa de Capellans y Plaça Olivera, ambos situados dentro del casco antiguo, junto a la catedral, así como en las villas de Barrugat i Casa Blanca dentro del mismo término municipal.

El estudio del material acumulado en Costa dels Capellans nos indica la existencia de un vertedero de tipo doméstico, fechado entre la segunda mitad del siglo I d.C. y la del siglo II d.C., donde, la presencia de material cerámico de importación y de consumo relaciona esta ciudad con diferentes puntos de la *Galia*, Italia y Norte de África. La última construcción del solar, amortizada en el momento en que este espacio se hubiera convertido en vertedero, se asentó sobre la terraza de conglomerado que aparece acondicionada mediante diferentes encajes en la roca efectuados en época romana, ya que en el transcurso de nuestras investigaciones pudimos observar que todavía se conservaba parcialmente la primera hilera de un muro de *opus caementicium* con restos de estucos policromos superponiéndose a la línea recortada de la roca natural, en parte resiguiendo la misma dirección. Por otra parte, en la misma calle, a principios del siglo XX, ya habían sido localizados varios restos arqueológicos por el arquitecto Joan Abril i Guanyabens que le sirvieron de base para fundamentar una primera hipótesis sobre la estructura urbanística de dicha ciudad cuya área foral se ubicaría en esta zona.

La ocupación de este lugar permite edificar directamente sobre la roca viva, evitando así las dificultades que debería haber supuesto construir en la parte baja, donde aparece la capa freática a pocos metros de la superficie así como diferentes niveles de arenas y gravas que complican mucho más la solidez de las cimentaciones de las grandes estructuras arquitectónicas, tal y como comprobamos durante las excavaciones de la Plaça de l'Olivera.

En el subsuelo de esta plaza se localizó una gran superposición de estructuras entre las que remarcamos un edificio de planta cuadrangular de 10,5 por 2,5 m., los muros del cual estaban construidos por una doble alinea-



Figura 8. Bloques extraídos seguramente en época romana.



Figura 9. Bloques extraídos mediante técnicas modernas

ción de piedras que constituían un paramento de *opus spicatum* atribuidos a la época andalusí. Posteriormente fue compartimentado en 4 ámbitos de 2,5 m. de lado. En una cota de casi 7 metros se documentaron restos de construcciones de época romana. Se trata pues, del registro más antiguo bien contextualizado geológicamente de la antigua ciudad.

Así mismo, otros aspectos relacionados con la actividad comercial de *Dertosa* gracias a la existencia del puerto marítimo-fluvial nos vienen corroborados por las mismas fuentes epigráficas que nos aportan datos de gran interés, no solamente por el contenido de las inscripciones sino también por su iconografía.

En el mismo núcleo urbano se han localizado una treintena de lápidas romanas, gran parte de ellas reutilizadas en la construcción de los edificios del casco antiguo, recopilados en su mayoría por Vives (1971), Jordi Pons (1976, inédito), Marc Mayer e Isabel Rodà (1985), Genera (1985 y 1991) y CIL (1994).

A mediados de la década de los ochenta del siglo XX, algunas de las más emblemáticas fueron recuperadas con el fin de garantizar su buen estado de conservación, colocando en su lugar la réplica correspondiente.

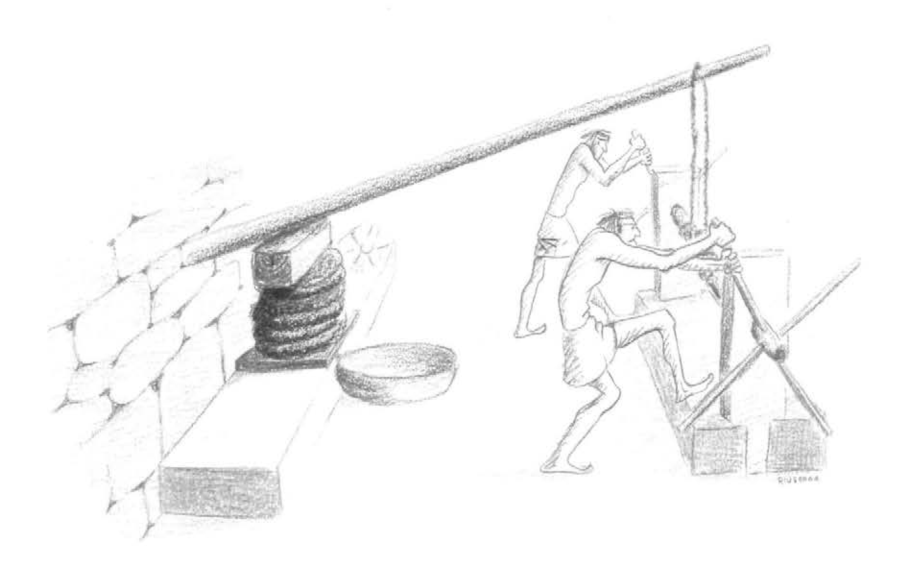
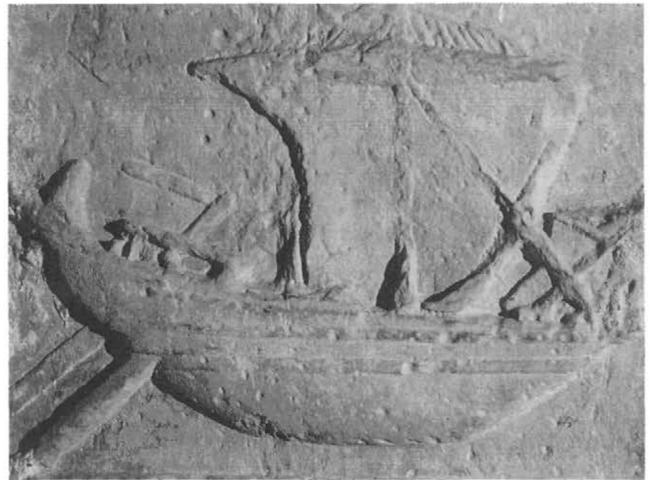


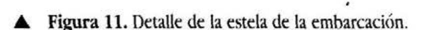
Figura 10. Reconstrucción del torculario del cual formaba parte la estela de Vinebre y el bloque de jaspe de la Cinta

Insistiendo en el carácter marinero de *Dertosa* y de sus habitantes, nos referimos a la estela de la nave, conservada hasta hace pocos años encastrada en la torre del Homenatge de la Suda en la ciudad de Tortosa puesto que representa uno de los documentos más elocuentes sobre dicho tema. En el registro superior se encuentra el bajorrelieve de una nave con las velas extendidas, mientras que en la inscripción se hace referencia a un personaje a quien sorprendió la muerte lejos de su tierra de origen. Posiblemente se tratara de un marinero o personaje dedicado al comercio marítimo que tanto por su nombre, como por la falta de filiación y tribu hubiera sido un liberto. El nombre de su mujer, de origen griego podría ser otro indicativo.

Por otra parte en las monedas de la ceca de *Dertosa*, a mediados del siglo I a.C., aparece la imagen de una embarcación marítima en el anverso y de otra, fluvial, en el reverso (Fig. 11).

Este carácter marítimo se mantiene en época de Tiberio cuando en una nueva emisión de ases seguimos encontrando la nave.





▲ **Figura 11.** Detalle de la estela de la embarcación.



Figura 12. Conjunto de lápidas romanas reaprovechadas en la construcción de un edificio en Tortosa. ▶

Así pues, a modo de conclusión, podemos afirmar que hasta la fecha dentro del casco urbano de Tortosa no se han localizado vestigios de estructuras arquitectónicas correspondientes a la época republicana en un contexto bien definido, puesto que los restos más antiguos que se han podido relacionar con un registro estratigráfico se ubican en la Plaça de l'Olivera correspondientes a la época imperial, momento a partir del cual se localizan otros indicios de ocupación dispersa tanto dentro del perímetro de la ciudad actual como en su entorno, donde se hallan varias *villae* entre las cuales remarcamos las de Casa Blanca, Barrugat y Mas del Catxorro, esta última en el término de Benifallet la vida de las cuales perdura hasta una etapa muy tardía (ss. V-VI d.C.).

Sin embargo, *Dertosa* continúa manteniendo su importancia en esta época, información que nos vienen confirmada por la numismática y epigrafía, hecho que podemos interpretar como la consecuencia de la vitalidad del comercio transmarino, en parte dedicado a la explotación de las canteras ubicadas en los alrededores de dicha ciudad, cuyo transporte habría sido facilitado por la existencia del doble puerto marítimo-fluvial. A pesar de su importantísima trascendencia, hasta la fecha no se ha localizado ningún resto que podamos relacionar con toda certeza con las instalaciones portuarias de la antigua ciudad. Por tanto, aquí nos referimos solamente a algunos datos de época posterior que nos aportan alguna información referente a dicho tema.

Por otra parte, la existencia de las atarazanas la tenemos documentada ya en el siglo IX por una lápida, encastada hasta tiempos muy recientes en uno de los muros exteriores de la catedral, que conmemora la construcción de estas instalaciones (Fig. 12).

La ubicación de unas atarazanas también es conocida en época posterior en el área donde actualmente se ubica el parque de Teodor González en el paraje denominado Parc dels Titets. Así mismo diversos grabados antiguos nos muestran la situación de un muelle, de una serie de espacios dedicados a almacenes, así como otras instalaciones relacionadas con las actividades portuarias en la zona donde se encuentra el actual Mercado municipal y el antiguo Mercat del Peix.

En la misma orilla izquierda del Ebro, durante siglos se ha conservado el Cap de pont, una estructura fortificada, que tenía las funciones de control y defensa de este paso sobre el río. Durante las excavaciones realizadas, a media-

dos de este mismo año 2004, se ha comprobado la conservación, de al menos de gran parte, a una cota de 1,5 m. aproximadamente.

Finalmente, nos referimos al yacimiento de la Fontjoana, en Vinebre, situado a unos cincuenta Kilómetros al norte de Tortosa, donde fue localizado un torculario del s. IV-V d.C., con diferentes elementos arquitectónicos reutilizados provenientes de otras construcciones, entre los cuales se encuentra un bloque de jaspe de la Cinta y una estela funeraria (s. I d.C.) probablemente originaria de las canteras de Flix. Estos elementos nos documentan en un mismo paraje el transporte de material pétreo en ambos sentidos del curso fluvial en época antigua.

Todo ello constituye la base científica de nuestro proyecto que incluye futuros itinerarios dirigidos especialmente a los escolares y a los usuarios de un turismo cultural, con el objetivo de dar a conocer y difundir los valores patrimoniales, históricos y culturales del río Ebro.

BIBLIOGRAFÍA

- **Abril, J. (1931):** *Un capítol de la meva actuació a Tortosa.* Tortosa, pp. 33-34.
- **Álvarez. A (1984):** "Estudio de los materiales lapídeos, presentes en la epigrafía de Catalunya". *Epigraphie Hispanique. Problèmes de Mèthode et d'Edition.* Difusión E. De Boccard, Paris. p 87-112.
- **Álvarez, A (1992):** "Les carrières de Tortosa. Le marbre dans l'Antiquité". *Les dossier d'Archeologie,* nº 173, p 21
- **Arasa, A. (1984):** El medi natural al delta de l'Ebre: geomorfologia. *Gran Geografia Comarcal de Catalunya. El baix Ebre i el Montsià.*
- **Arbeloa, J.V. (1997):** "Límits arqueològics a la configuració del delta de l'Ebre a l'antiguitat". *Nous Col·loquis,* I, pp. 9-28.
- **Arredondo, A. (1984):** El delta de l'Ebre: La gènesi. *Gran Geografia Comarcal de Catalunya. El Baix Ebre i el Montsià.*
- **Bayerri, E. (1931-1956):** *Historia de Tortosa y su comarca.* 8 vol. Tortosa.
- **Carreras Candi, F. (1940):** *La navegación en el Río Ebro. Notas históricas.* La Hormiga de oro, Barcelona.
- **CIL. (1994):** *Corpus Inscriptionum Latinorum II.* Inscripciones Hispaniae Latinae. 2ª Ed. Parte XIV, fascículo I. Berlin-New Cork.
- **Genera, M. (1984):** "Els Ilercavons. El món romà". *Gran Geografia Comarcal de Catalunya,* vol. XIII, Fundació Enciclopèdia Catalana. El Baix Ebre i el Montsià. Barcelona, pp. 149-151.
- **Genera, M. (1985):** "Estat actual de la recerca sobre Dertosa romana". *Quaderns d'Història Tarraconense,* vol. V. Tarragona, pp. 135-144.
- **Genera, M. (1991):** *L'Ebre final: del paleolític al món romà.* Centre d'Estudis Dertosencs, 37. Tortosa.
- **Genera, M. (1993a):** «*Dertosa,* una ciutat romana». *Actes del XIV Congrés Internacional d'Arqueologia Clàssica. La ciutat en el món romà,* vol. II. Tarragona, pp. 171.
- **Genera, M. (1993b):** "Intervencions a Dertosa", *Anuari d'intervencions arqueològiques a Catalunya. Època romana. Antiguitat tardana. Campanyes 1982-1989.* Barcelona, pp. 53-59 i 61-63.
- **Genera, M. (1993c):** "El curso inferior del Ebro: vía de comunicación y contactos durante la romanización". *Actas del XXI Congreso Nacional de Arqueología* (Teruel 1991), vol. I. Zaragoza, pp. 143-154.
- **Genera, M. (1998):** "Anàlisi dels trets diferencials dels models d'ocupació i transformació del territori durant l'època romana a l'Ebre final: *Dertosa* i el seu entorn". *Citerior,* 2. Tarragona, pp. 199-226.
- **Genera, M. (1999):** *Del romà al romànic. Història, art i cultura de la tarraconense mediterrània entre els segles IV i X.* p. 135. Barcelona.
- **Genera, M. (2003):** "*Dertosa*: evolució d'una ciutat arran de l'Ebre". *Actas IV Jornadas de Arqueología subaquática. Puertos Fluviales Antiguos: Ciudad, Desarrollo e Infraestructuras.pp 169-182.* València.
- **Genera, M. y Arbeloa, J.M.V. (1986-87):** «L'estat actual de la investigació arqueològica sobre la Dertosa romana i la seva àrea d'influència». *Tribuna d'Arqueologia 1986-87.* Barcelona, pp. 81-90.
- **Genera, M. y Jarrega, J. (1999):** "Noves dades sobre la Dertosa romana: un fragment de sigil·lata africana C decorada amb motlle". *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló,* 20. Castelló de la Plana, pp. 247-251

- **Genera, M. y Jarrega, J. (2000):** "Elements epigràfics sobre *instrumenta domestica* procedents de *Dertosa*". *Faventia*, 22/1. Bellaterra, pp.49-57.
- **Genera, M. y Pons, J. (1990):** "Noves dades sobre Dertosa romana: una troballa recent a Camp-redó". *8è Col·loqui d'Arqueologia de Puigcerdà*. pp.215-219.
- **Genera, M. y Suñe Perez, J.M. (2002):** Marques sobre *Instrumentum domesticum* de l'abocador de la Costa dels Capellans (Tortosa). Sylloge Epigrafia Barcinorensis IV, 9, pp.67-86. Barcelona.
- **Gual i Camarena, M. (1967):** *Peaje fluvial del Ebro (siglo XIII)*. Estudios de Edad Media de la Corona de Aragón VIII.
- **Hübner, E. (1869):** Corpus Inscriptionum Latinarum II. Inscriptiones Hispaniae, Berlin. pp. 535-538. Dertosa.
- **Hübner, E. (1892):** Corpus Inscriptionum Latinarum II. Inscriptiones Hispaniae Latinae. Suplementum, Berlin. pp. 972. Dertosa.
- **Kagan, R.L (1886):** *Ciudades del Siglo de Oro. Las vistas españolas de Anton Van den Wyngaerde*.
- **Mannoni, L. y T. (1978):** *Iil marmo. Materia e Cultura*. Genova
- **Massip, J. (1981):** "Aproximació a la història del delta de l'Ebre". *Seminari internacional sobre els deltes a la Mediterrània*. Comité MaB Espanyol, pp. 27-41. Barcelona.
- **Mayer, M.; Rodà, I. (1985):** "Consideraciones sobre el conjunto epigráfico de Dertosa". *XVII Congreso Nacional de Arqueologia, Logroño, 1983*, Zaragoza. pp. 701-737.
- **Mayer, M. y Rodà, I. (1986):** "L'epigrafia romana a Catalunya, estat de la qüestió: darreres novetats". *Fonaments*, 5. Barcelona, pp. 167-172.
- **Miravall, R. (1986):** *Necròpolis, sepultures, inhumacions a Tortosa*. Dertosa, cooperativa gràfica Dertonense, ed. Tortosa.
- **Miravall, R. (1988):** *Tortosa, any zero*. Dertosa, coop. Gràf. Dertosense, ed. Tortosa.
- **Miravall, R. (1999):** *Madina Turtuxa. Introducció a la Tortosa islàmica*. Dertosa.
- **Muñoz, J.H. (2002):** La indústria del jaspi de Totosa a l'època moderna (segles XVI-XVII). Nous Col.loquis. Tortosa. pp. 30-35.
- **Pons, J. (1976):** *Estudio de la estructura social de Dertosa y Aeso en el Alto Imperio a través de la epigrafia*. Tesis de licenciatura. Universidad de Barcelona.
- **Vilella, F. (1995):** "El movimiento comercial del puerto de Tortosa, según los *llibres de lleuda* del s. XV". *Recerca 93*. Tortosa, pp. 73.88.
- **Villaronga, L. (1979):** *Numismática antigua de Hispania*. Barcelona, pp, 250-282.
- **Vives, A. (1926):** *La moneda hispánica*. Vol. I. Madrid, pp. 17-18 i Vol. II, Làm. CXXV, 1,5.
- **Vives, J. (1971):** *Inscripciones Latinas de la España romana*. CSIC.

La explotación y transporte de material pétreo en época romana en el curso final del Ebro

Margarida Genera i Monells*, Aureli Álvarez Pérez y Jordi Galindo Torres*****
*Cap de la Secció d'Inspecció Tècnica i Programació del Servei d'Arqueologia de la Generalitat de Catalunya. Directora de este proyecto.
**Profesor Titular de la Facultat de Geología. Universitat Autònoma de Barcelona.
***Geólogo miembro del equipo científico.

RESUMEN

Presentamos el proyecto, actualmente en curso de elaboración, que tiene como objetivo la investigación, adecuación y difusión del conjunto arqueológico dels Castellons (Flix, Ribera d'Ebre) en el cual se hallan documentados diversos ensayos de extracción de material pétreo. Estas actividades junto con la explicación de otros aspectos específicos de estos asentamientos serán tratados en el discurso museográfico de este paraje a través de su adecuación para la visita pública.

En esta línea, nuestras investigaciones se articulan en tres ejes fundamentales en los cuales se desarrollan los siguientes contenidos temáticos:

- Las formas de vida durante la época protohistórica en este territorio.
- Las estrategias de explotación de los recursos naturales: minería, canteras, campos de cultivo,...
- El Ebro como fuente de vida, vía de comunicación y transporte de mercancías que en época antigua propició las conexiones hacia el interior/exterior a través del doble puerto marítimo-fluvial de *Dertosa*.

Así pues, nuestro objetivo final será fomentar una mayor sensibilización a través de una campaña de actividades educativas de los valores del medio natural íntimamente vinculados con los propios del patrimonio arqueológico, que a menudo pasan desapercibidos en un paisaje altamente antropizado.

Palabras clave: canteras, Castellons, *Dertosa*, época ibero-romana, navegabilidad del Ebro.

ABSTRACT

This project, still on an early stage of development, is to introduce us on the research, development ands promotion of the archaeological site of Castellons (Flix, Ribera d'Ebre). We have found documentation about tasks related to quarries and stone working. These activities together with other specific aspects of these sites will be treated and explained through its museology.

Our investigations revolve around three main ideas, through which we develop the following thematic contents:

- *Ways of life during the pre-historic age around this area.*
- *Exploitation strategies of the following resources: mining, quarries, cultivated lands,...*
- *The river Ebro as a source of life, a way communication and goods transport that allows inner/outer connections through the double maritime/fluvial harbour of* Dertosa.

Therefore, our final aim will be to educate through the awareness of all the natural values that are linked to those of the archaeological heritage; many times completely obscured in this highly humanised landscape.

Key words: *Castellons, Dertosa, navigable, quarry, protohistoric-Roman Age.*

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los parámetros conceptuales y filosóficos que definen las distintas propuestas de actividades

con fines educativos expuestas en el foro de este mismo congreso a lo largo de la intervención sobre el yacimiento del *Puig Roig* en el área minera de Bellmunt-El Molar, aquí nos referimos al proyecto integral que tiene como principal objetivo la investigación, adecuación y difusión de otros yacimientos protohistóricos también ubicados en la cuenca inferior del Ebro.

Las investigaciones se articulan en tres ejes fundamentales, en los cuales se desarrollan los siguientes bloques de contenidos temáticos:

- Las formas de vida durante la época protohistórica en este territorio.
- Las estrategias de explotación de los recursos naturales: minería, canteras, campos de cultivo,...
- El Ebro como fuente de vida, vía de comunicación y transporte de mercancías que en época antigua propició las conexiones hacia el interior/exterior a través del doble puerto marítimo-fluvial de *Dertosa*.

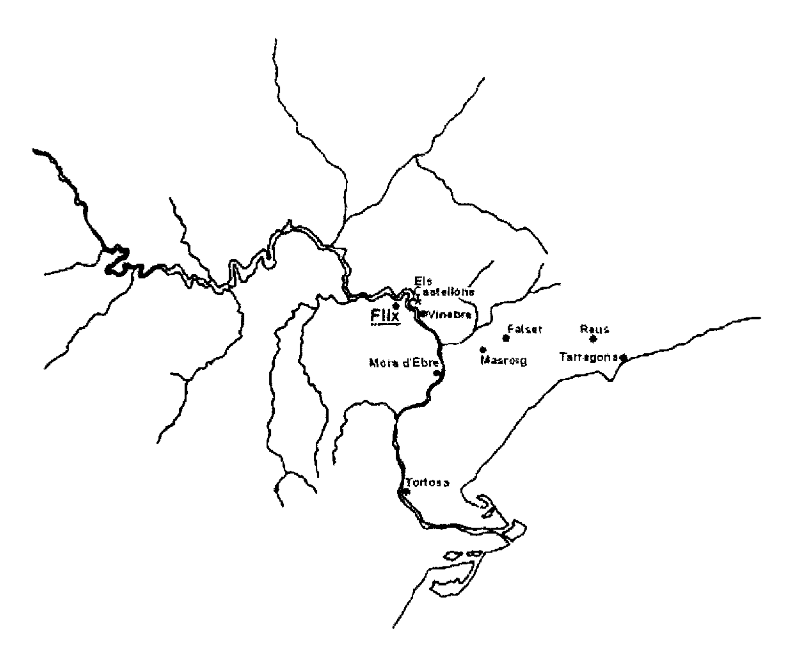


Figura 1. Mapa de situación del conjunto arqueológico dels Castellons.

Así pues, nuestro objetivo final será fomentar una mayor sensibilización a través del desarrollo de distintas actividades basadas en las aplicaciones didácticas de los resultados de la investigación para difundir los valores del medio natural íntimamente vinculados con los propios del patrimonio arqueológico, que a menudo pasan desapercibidos en un paisaje altamente antropizado.

Dado que el tercer bloque temático ya ha sido tratado en otra comunicación aquí nos centramos fundamentalmente en la presentación de nuestro proyecto integral referido al conjunto arqueológico dels Castellons de Flix, en la comarca de la Ribera d'Ebre, en el cual se hallan documentados distintos trabajos relacionados con la extracción y transporte de material pétreo (fig. 1).

Estas actividades junto con la explicación de otros aspectos específicos de estos asentamientos serán tratados en el programa museográfico de este paraje.

EL CONJUNTO ARQUEOLÓGICO DELS CASTELLONS

En el paraje dels Castellons (fig. 2) se encuentra ubicado un extenso yacimiento arqueológico configurado por dos elevaciones de 99,93 y de 108,89 m. s.n.m. denominados Castellons I y Castellons II (fig. 3) respectivamente con restos de hábitat y un área de necrópolis correspondientes al período cronocultural comprendido entre el Bronce final y la II edad del Hierro, en la orilla izquierda del río Ebro, junto al gran meandro, que define el área ocupada por la localidad de Flix y del que deriva el topónimo. Del latín *flexus, meandro, curvatura, etc.* se ha convertido en el rasgo diferencial y, en cierto modo, signo de identidad de esta población motivo por cual se está llevando a cabo un programa de actuaciones orientado hacia la gestión integral del meandro del Ebro en Flix elaborado por un equipo interdisciplinar que interrelaciona la arqueología con la reserva natural de fauna salvaje con el fin de garantizar la conservación de los elementos naturales, históricos y paisajísticos de este territorio.

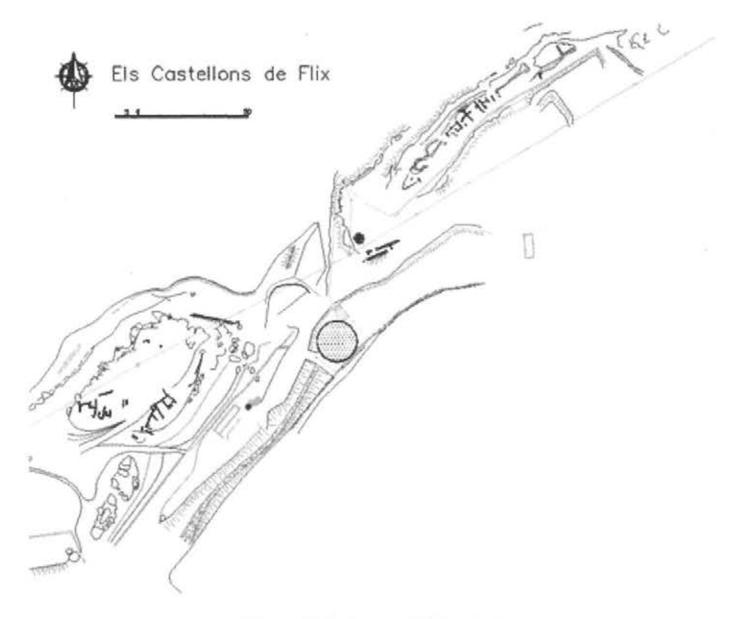


Figura 2. Planta general del yacimiento.

Este topónimo que deriva de *Castellum*, castillo aldea, el cual nos indica la existencia de algún yacimiento arqueológico lo tenemos bien documentado en este sector del río Ebro. Con mucha frecuencia aparece relacionado con yacimientos protohistóricos de extensión muy considerable.

La colina de *Castellons* I presenta una plataforma de 3.000 m² aproximadamente en la que tambien se conservan varios vestigios de la guerra civil que han afectado gran parte de los restos arqueológicos existentes.

Por otro lado en la parte más alta de Castellons II se extienden numerosas construcciones principalmente de época ibérica que cubren una superficie de unos 5000 m², igual que en el caso anterior con restos de trincheras construidas a raíz de la pasada guerra civil, ya que en aquel momento este paraje se convirtió en un punto operativo de alta importancia a consecuencia de sus posibilidades estratégicas. Pues desde esta elevación se divisa un panorama de unos 360° con un control total de la población de Flix, que se convirtió en un objetivo militar importante.





Figura 3. Fotos aéreas de los montículos de Castellons I, en plano y de Castellons II, al fondo Castellons II: detalle.

Hemos distinguido dos tipos de estructuras según su funcionalidad:

- Las que corresponderían al hábitat.
- Las relacionadas con el sistema defensivo.

En cuanto a las habitaciones, observamos que a partir de los zócalos de piedra, las paredes están hechas de adobe. En algunos casos se han conservado restos de estucos pintados de diferentes tonalidades de blanco y rojo.

En algunos espacios se han recuperado molinos con trazos de diversas especies de cereales, así como algunas áreas dedicadas a la elaboración de vino.

En el extremo norte aparecen unos recortes en la roca natural que encontramos de forma escalonada. Todo ello parece indicar la existencia de un posible acceso al poblado que habría quedado parcialmente protegido por unos grandes bloques de piedra que conforman una especie de puerta. Así mismo, las estructuras defensivas se edifican a partir del terreno natural y como en el resto de construcciones se adaptan a la topografía del terreno, incluso en los sectores de fuerte pendiente.

La mayor parte del material recuperado corresponde a diferentes tipos de vasos cerámicos, entre los cuales tenemos representado un amplio repertorio tipológico que comprende la cerámica hecha a mano, grandes contenedores, vajilla doméstica, de cocina, cerámica pintada y escasas piezas de importación.

Tal y como se ha dicho anteriormente, en este mismo cerro encontramos vestigios de antiguas extracciones de piedra que nos han permitido que el tema de la extracción y labrado de material pétreo haya sido uno de los temas singulares a desarrollar durante la visita de este paraje.

LAS CANTERAS DE LA BOCA BOVERA Y DE LA TEULERIA

SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Los materiales utilizados en la zona proceden de los márgenes del río Ebro, concretamente de la zona conocida

como meandro de Flix. Este meandro está encajado en una serie de alternancias de areniscas y lutitas de edad Oligocénica (fig. 4).

Se encuentran a 5 Km escasos. Al noroeste dels Castellons en las proximidades de la desembocadura del río Cana. Concretamente, el área de estudio se localiza en el margen izquierdo del río Ebro, en la zona comprendida entre el río de la Cana, al norte, y Los Ribers, al sur, con un total de unos 500 metros de largo por unos 30 metros de anchura máxima.

A parte de la serie de areniscas y lutitas (fig. 5) de época Oligocénica, se pueden observar depósitos cuaternarios formados por las terrazas 1 y 2 del río Ebro.

Se pueden, asimismo, reconocer cinco áreas de extracción en las que abundan los restos de marcas de antiguos trabajos y numerosos bloques (sillares), rotos algunos y abandonados otros. Estas zonas o sectores han sido identificadas como A, B, C, D y E, respectivamente (ver Figura 4).

- Sector A: Aparecen numerosas trincheras paralelas al frente de cantera que servían para separar grandes bloques de la roca madre (fig. 6). Tienen una profundidad media de unos 20 cm. Perpendiculares a ellas se ven trincheras de una menor profundidad excavadas para separar entre sí los diversos sillares (fig. 7). También aparecen numerosas marcas de las cuñas de madera empleadas para romper bloques que posteriormente serían desbastados en volúmenes paralepipédicos (sillares) (fig. 8). En este sector abunda el material de recha-

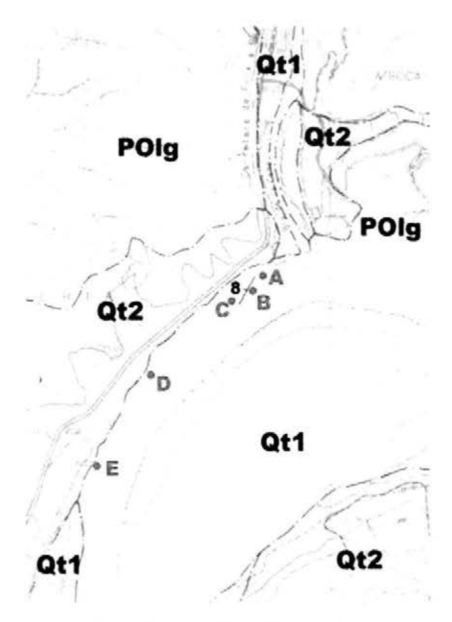
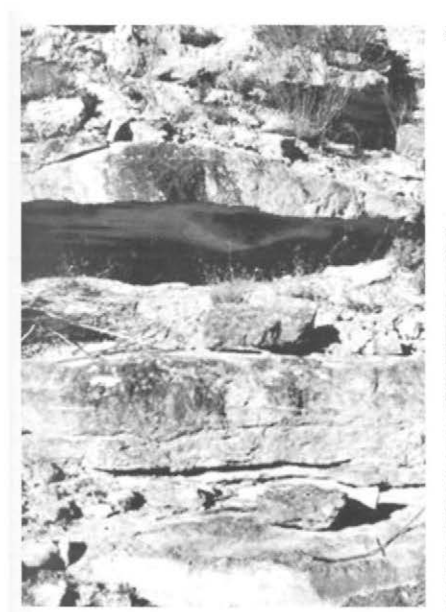


Figura 4. Cartografía geológica del área de extracción de la Boca Bovera-Teuleria.
POlg. lutitas y areniscas de color ocre y salmón, atribuidas al Oligoceno medio-superior.
Qt2. Gravas y vantos rodados con capas de limos arenosos en la parte superior. Terraza fluvial 2 del Pleistoceno superior.
Qt1. Arenas, gravas y cantos rodados con limos en la parte superior. Terraza fluvial 1 del Holoceno.
A, B, C, D, E. Zonas de extracción de piedra.



◄ **Figura 5.** Detalle del sector B, que muestra la alternancia de areniscas y lutitas. Las areniscas forman niveles decimétricos con morfología más o menos tabular. La base de los estratos es llana o en forma de surco. Normalmente con niveles masivos donde raramente aparecen estratificaciones cruzadas.

Figura 6. Junto con restos de antiguas explotaciones puede verse, en el centro, el efecto de una perforadora mecánica utilizada recientemente. El aspecto masivo del estrato presupone la extracción de grandes bloques. ▼





Figura 7. Se observan tres sillares delimitados por trincheras perpendiculares al frente de explotación.

zo, originado por el desbaste a pie de cantera de los bloques extraídos (fig. 9). Pueden verse todavía diversos sillares que no fueron utilizados y permanecieron en la cantera (fig. 10).

- Sector B: En este sector se observan solamente algunos materiales de rechazo. Entre ellos aparecen dos probables elementos arquitectónicos semejantes a los de la figura 9.

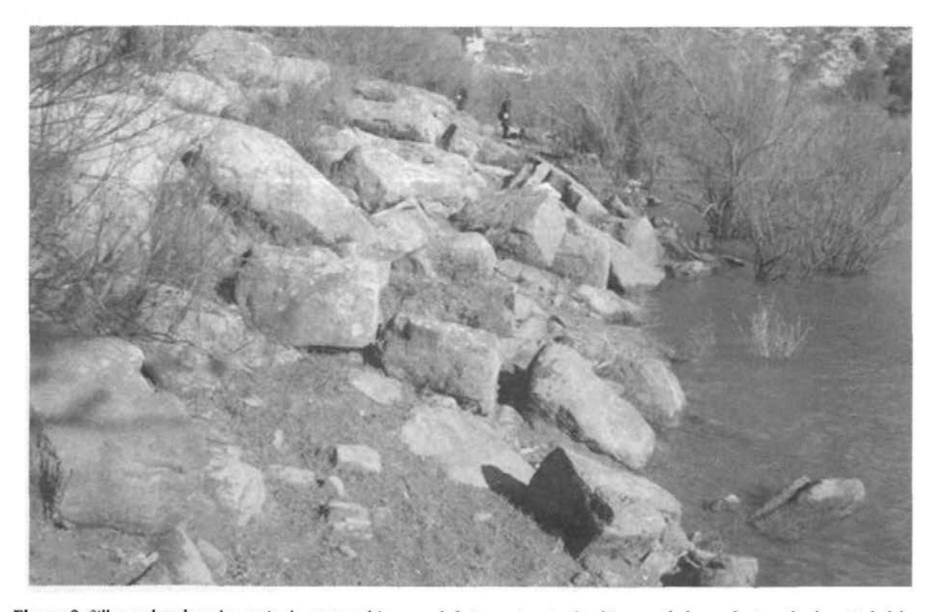


Figura 8. Sillares abandonados a pie de cantera, bien por defectos estructurales, bien por haberse fracturado durante la labra.

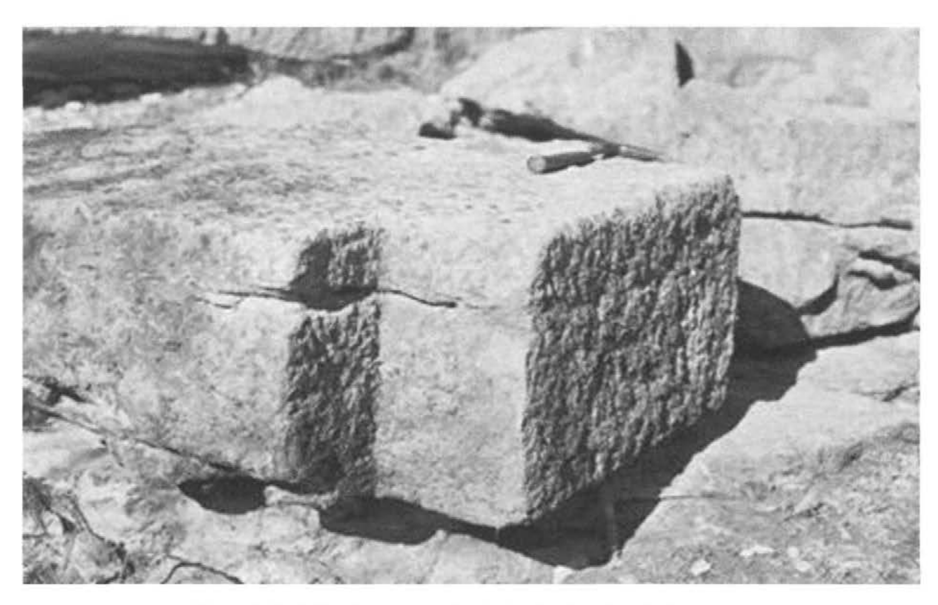


Figura 9. Probable elemento arquitectónico abandonado a pie de cantera.

- Sector C: Aparece con claridad una trinchera de unos 20 cm. de profundidad que delimita un bloque a medio extraer. Abundan las señales de cuñas perfectamente alineadas y de diversa tipología (diferente época de extracción) (fig. 8).
- Sector D: Aparecen únicamente señales de cuñas. El material de rechazo ha sido removido, seguramente por el mismo río.
- Sector E: Algunas trincheras de poca profundidad. Se conservan señales de cuñas.



Figura 10. Se observan dos tipologías de cuñas (de época distinta) alineadas según el frente de explotación. Aparecen algunos sillares abandonados.

ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LOS MATERIALES

Para el análisis petrográfico han sido tomadas dos muestras, una del sector A (muestra Teu-A) y otra del sector C (muestra Teu-C).

Observadas al microscopio de luz polarizada, ambas coinciden con otros materiales de la zona (Els Castellons). Se trata de una calcodoloarenita.

Se trata de una arenisca formada por cristales de calcita y dolomita, con textura granular esparítica (figura 11). Se observa la presencia de granos de tamaño parecido al de los cristales de calcita y dolomita y seguramente de origen autígeno. Los cristales de dolomita presentan formas romboédrica típicas con una marcada zonación (Figuras 12 y 13). Los cristales de calcita presentan las típicas maclas polisintéticas. Cemento calizo formado

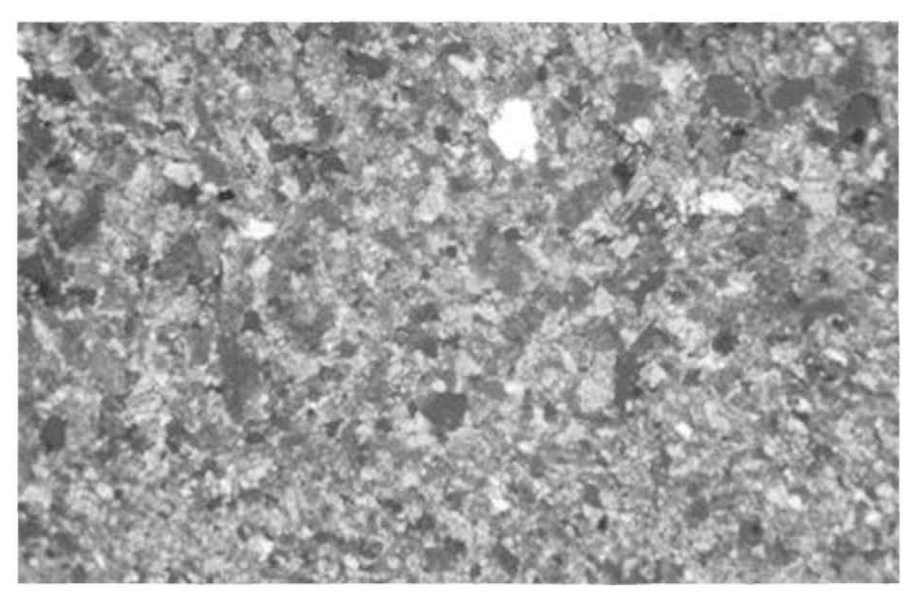


Figura 11. Muestra Teu-C Polarizadores cruzados. 50 aumentos. Textura granular de la calcodoarenita. Algunos granos (color blanco) de cuarzo. Granos de calcita y dolomita de diverso tamaño.

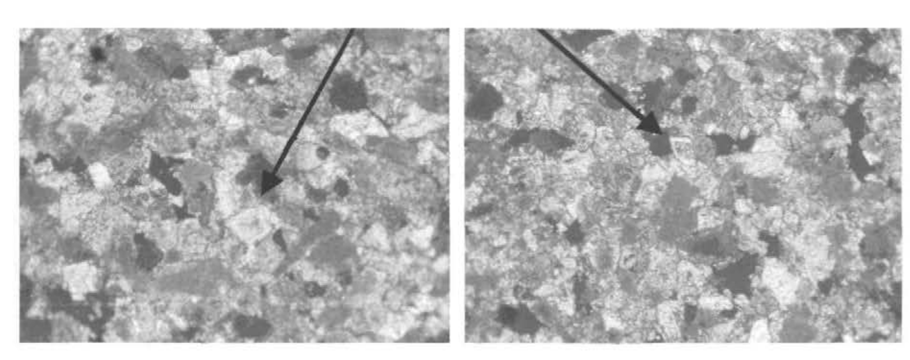


Figura 12. Muestra Teu-A. Polarizadores cruzados. 150 aumentos. **Figura 13.** Muestra Teu-C. Polarizadores cruzados. 150 aumentos.

por pequeños cristales de calcita y dolomiat. La porosidad es elevada y parte de ella podría ser móldica, originada por disolución de cristales de calcita y dolomita. Es difícil reconocer restos fósiles. Aparecen algunos cristales de cuarzo en proporción muy baja en relación al conjunto de la roca.

Así pues, la posición casi horizontal de los estratos y su alternancia con lutitas, unido a su aspecto masivo, hace que estos materiales sean de fácil explotación. Además, su localización en la misma ribera del río hace de esta área una zona óptima para la explotación y para el transporte del material excavado.

La continua erosión producida por las aguas del río, y el continuo retroceso de los límites de la ribera, hace que los materiales afectados presenten un frente continuamente renovado y, por ello, aparezcan prácticamente poco meteorizados, de modo que apenas hacían falta trabajos de preparación de los posibles frentes de explotación.

La poca alterabilidad de la roca indica, por su parte, una gran estabilidad del material extraído. Se trata, sin duda, de un material con muy buenas cualidades para su uso en la construcción.

Los trabajos recientes de explotación y reaprovechamiento de estos materiales han destruido gran parte de las señales de explotaciones antiguas.

Finalmente, esta cantera fue utilizada al mismo tiempo que las de jaspe de la *Cinta de Tortosa*, estas últimas con aplicaciones propias de material de lujo. En épocas más recientes, siguió explotándose para la construcción de grandes edificios, tales como la catedral de esta ciudad.

CONSIDERACIONES FINALES

La investigación del conjunto *dels Castellons* nos está aportando una interesante información sobre las formas de vida en un amplio asentamiento humano, la ocupación del cual perdura desde las últimas fases de la edad del Bronce hasta época Republicana.

Los rasgos topográficos y topológicos que le caracterizan nos permiten comprobar una clara vinculación entre el medio natural y la arqueología, puesto que se conocen distintos vestigios relacionados con las actividades de explotación de los recursos del entorno, (figs. 14 y 15) en especial, la extracción y labrado del material pétreo procedente, de las canteras existentes en su alrededor que abastecieron a canteros y arquitectos de los diferentes tiempos para la construcción de lápidas para inscripciones, principalmente de época romana y la construcción de grandes edificios.

Este paraje presenta, por las razones antes expuestas, todos los requisitos esenciales para convertirse en un yacimiento visitable que permitirá la interrelación de la arqueología con el patrimonio natural, que puede representar un centro de dinamización cultural y económico, no solamente de ámbito comarcal sino también dentro de la red fluvial del Ebro.



◄ **Figura 14.** Marca de delimitación de sillar.

Figura 15. Marcas de delimitación de sillares. ▼



Así pues, nuestro programa de actuaciones tiene como objetivo final el fomento de una mayor sensibilización hacia los distintos valores del medio natural íntimamente vinculados con los propios del patrimonio arqueológico, que a menudo pasan desapercibidos en un paisaje altamente antropizado.

BIBLIOGRAFÍA

- **Bosch Gimpera, P.:** *Etnologia de la Península Ibèrica.* Barcelona, edit. Alpha. 1932.
- **Garola i Bartolí, C. (1986):** "Iberització a la Ribera d'Ebre". *Miscel·lània*, 3 (gener 1986), Centre d'Estudis Comarcal de la Ribera d'Ebre, p. 9-31.
- **Garola i Bartolí, C. (1988):** "Noticiari: Sebes (Flix, Ribera d'Ebre)". *Butlletí Arqueològic: Reial Societat Tarraconense*, època V, 6-7 (1984-1985), p. 255-275.
- **Genera i Monells, M. (1979 a):** *Evolució del poblament prehistòric i protohistòric a les comarques de la Ribera d'Ebre i del Priorat.* Tesi doctoral inèdita. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- **Genera i Monells, M. (1979 b):** "Jaciments arqueològics en el terme de Flix". *La Veu de Flix.*
- **Genera i Monells, M. (1981):** "Anotaciones sobre nuevos hallazgos de yacimientos ibéricos, en la comarca de Ribera d'Ebre (Tarragona)". *Mesa Redonda sobre la Baja Época Ibérica (1979).* Madrid, p. 297-302.
- **Genera i Monells, M. (1982 a):** "Inventari arqueològic de la Ribera d'Ebre". *Fonaments*, 3, p. 47-134.
- **Genera i Monells, M. (1982 b):** "La Marrada, Flix. Les excavacions arqueològiques a Catalunya en els darrers anys". *Excavacions Arqueològiques a Catalunya. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya*, núm. 1. Barcelona, p. 391.
- **Genera i Monells, M. (1991):** *L'Ebre final: del Paleolític al món romà.* Tortosa.
- **Genera i Monells, M. (2003):** "Museïtzació de jaciments arqueològics a l'Ebre: Sant Miquel de Vinebre (La Ribera d'Ebre)". *II Congreso sobre musealización de yacimientos arqueológicos. Nuevos conceptos y estrategias de gestión y comunicación*, Barcelona- 7, 8 i 9 de octubre de 2002, p. 198-205.
- **Genera, M., Álvarez, A., Gómez, A., Ramírez, B. y Jornet, M. (en premsa):** "Patrimoni arqueològic i medi natural: Propostes de protecció integral en jaciments del Riberal de l'Ebre", *Tribuna d'Arqueologia 2003-2004*, Barcelona.
- **Genera, M., Gómez, A., Jornet, M., Pérez, J., Rodríguez, I. y Sant, Ll. (En prensa):** L'establiment dels Castellons (Flix, Ribera d'ebre). Resultats preliminars de les recerques 2000-2003. XIII *Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, 14-16 de novembre de 2003.
- **Genera, M., Mayer, M., Pons, J. y Prevosti, M. (1991):** "Un vestigi al món romà a la Ribera: l'estela de Vinebre". A: *Tribuna d'Arqueologia 1989-90.* Barcelona: Departament Cultura Generalitat, pp. 135-145.
- ***Història Natural dels Països Catalans* (1992):** Geologia II. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- **IGME (1979):** *Mapa Geológico de España.* Escala 1:50.000. Flix (444). Segunda serie, primera edición.
- ***Mapa Geològic de Catalunya* 1:100.000. Comarques de l'Ebre. (1999):** Institut Cartogràfic de Catalunya.
- **Matín García, J. (1999):** *Memòria de la prospecció arqueològica al projecte de condicionament de la carretera T-741 Flix-Riba Roja d'Ebre.* Memòria del Servei d'Arqueologia de la Generalitat de Catalunya (inédito).
- **Miskovsky, J.C. y Lorenz, J. (2002):** *Pierre et Archéologie.* Tautavel, Université de Persignan-UMR5590 du CNRS. 14-15-16 de mayo de 1998.
- **Morera i Llaurado, E. (1908-19):** Província de Tarragona. *Geografia general de Catalunya*, dir. F. Carreras Candi. Barcelona, p. 486.
- **Noguera, J. (2000):** "Característiques dels poblats ibèrics fortificats en el curs inferior de l'Ebre", *Ilercavònia. Full d'arqueologia,* 1. Flix: *Centre d'Estudis de la Ribera d'Ebre.*
- **Noguera, J. (2002):** *Ibers a l'Ebre.* CERE (Centre d'Estudis de la Ribera d'Ebre).
- **Pérez, J.M., Rams, P. y Jornet, J.M. (2002):** "La talaia del nucli ibèric del barranc del Mosselló (Flix, Ribera d'Ebre)". *Ilercavonia*, 3, p. 149-159.
- **Sanz, M. (1973-74):** "Población ibérica del Valle del Ebro". *Boletín Arqueológico de Tarragona*, época IV, fasc. 121-128, p. 11-22.

- **Sanz, M. (1978):** "Población ibérica del Valle del Ebro (II). El yacimiento del Barranco del Mosselló (Flix)". *Boletín Arqueológico de Tarragona*, época IV, fasc 141-144, p. 55-72.
- **Vidal, X. (1985):** "Aproximació a la iberització de la Ribera d'Ebre". *Miscel·lània*, 4, p. 11-28.

Ingeniería minera romana: la red hidráulica de Las Médulas (León, España)

Roberto Matías Rodríguez
Unión Minera de Norte, S.A. (UMINSA). Departamento de Ingeniería Minera. Universidad de León.
dimrmr@unileon.es

"Hay después otro trabajo igual y sin duda de mayor coste. Y es traer, para lavar esta ruina, ríos desde las crestas de los montes, muchas veces a cien millas de distancia..."
Plinio, *Naturalis Historia*, XXXIII-74

RESUMEN

Se ha realizado por primera vez una detallada reconstrucción topográfica del trazado íntegro de la red de canales de abastecimiento de la mina romana de Las Médulas, así como su análisis hidráulico. Los resultados obtenidos muestran una novedosa estructura de abastecimiento que obedece a una rigurosa planificación de los trabajos en esta explotación minera. La totalidad del trazado alcanza los 600 km, construidos en varias fases siguiendo la estructura de la explotación, llegando uno de los canales que captaban el río Cabrera a superar los 140 km. Los rasgos más notables encontrados en la construcción de los canales son: su meticuloso trazado, con modificaciones intencionadas para alcanzar los objetivos propuestos o salvar obstáculos, y unas pendientes medias características para cada canal o grupo de canales, que se incrementan a medida que aumenta la cota del inicio de estos, variando entre el 0,0015 (0,15%) del más bajo y el 0,004 (0,4%) del más alto. Tanto el número exacto de canales existentes como su extensión difieren mucho de los datos que se recogen con anterioridad en la bibliografía, lo que obliga a una profunda revisión de la misma.

Palabras clave: canales romanos, Médulas, minería romana, oro, ruina montium.

ABSTRACT

It as been realised for the first time a detailed topographic reconstruction of the whole outline of the network of canals to suply water to Las Medulas roman mine. The hydraulic analysis has also been elaborated. The results show a novel supply structure which is due to the rigorous plan of mining works. The whole outline reaches 600 km and was built under various mining stages. The canal which attracted water from Cabrera river was more than 140 km long. The most important features found in the construction of the canals was the fear outline with average slopes characteristic of each canal or group of canals, which increase with height. They vary between 0,0015 (0,15%) the lowest and 0,004 (0,4%) the highest. The exact number of canals as well as its extension vary from the previous bibliography, though a deep revision should be done.

Key words: *gold, Leon, Medulas, roman canals, roman mining, ruina montium.*

INTRODUCCIÓN

La red hidráulica de la mina romana de Las Médulas ha sido perfilada desde siempre como la mayor obra de ingeniería hidráulica que se realizó para una explotación minera. La magnitud del trabajo es comparable, incluso, a la de

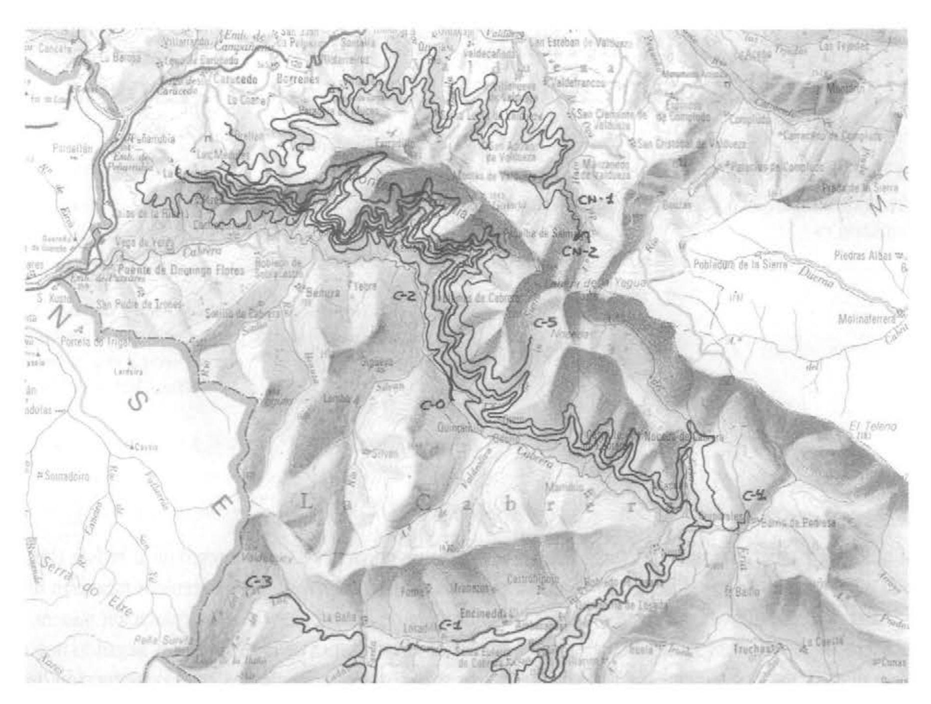


Figura 1. Red hidráulica de Las Médulas.

las captaciones realizadas para los abastecimientos de aguas de las grandes urbes, especialmente la propia Roma, si bien, el destino principal de estas aguas no era el de consumo humano sino el de las labores mineras del yacimiento aurífero de Las Médulas. A pesar del reconocimiento recibido sobre la magnitud e importancia de la red hidráulica de Las Médulas, las numerosas incógnitas que se han planteado a lo largo de los últimos tiempos sobre el trazado, estructura, número de canales, capacidad hidráulica, función específica de cada canal, etc. no habían tenido hasta la fecha una respuesta, cuando menos, levemente satisfactoria. Las necesarias investigaciones en profundidad desde el punto de vista de la topografía e ingeniería de su trazado nunca fueron realizadas hasta ahora, contándose únicamente con datos sueltos sobre algunas evidencias arqueológicas, ciertamente inconexos, que en algunos casos dieron lugar a fabulaciones desproporcionadas en cuanto al número de canales y su extensión.

Las investigaciones sobre la red hidráulica de Las Médulas y otras redes hidráulicas mineras de época romana del entorno se habían limitado hasta la fecha a trazados poco rigurosos basados, en el mejor de los casos, en la fotointerpretación arbitraria de confusas trazas, que tan solo aportan un supuesto entramado de canales difícil de descifrar (Sánchez-Palencia, 1980; Sánchez-Palencia y Pérez, 2000 p-190; Sánchez-Palencia y Sastre, 2002, p-242). Impulsado por los resultados conseguidos en el estudios de la red hidráulica del área de Llamas de Cabrera (Matías y Gómez, 2003) y a pesar de las notables discrepancias con los datos bibliográficos existentes (Sánchez-Palencia, 2002, p-132), ha sido aplicada la misma metodología de trabajo al resto de la red de Las Médulas. Las técnicas utilizadas, basadas en un exhaustivo reconocimiento de campo con el apoyo de la tecnología GPS, junto con el tratamiento simultáneo de la ortofoto y cartografía digitales mediante programas informáticos SIG (Sistemas de Información Geográfica), han permitido la conclusión del primer estudio riguroso y en profundidad sobre la red hidráulica de Las Médulas, en el que se ha obtenido la topografía de su trazado a escala 1:10.000 y en archivo digital SIG, así como su análisis hidráulico.

LA RED HIDRÁULICA DE LAS MÉDULAS

ANTECEDENTES

La principal fuente escrita de la Antigüedad que hace referencia directa a los métodos de minería hidráulica aplicados por los romanos son los textos de Plinio (Historia Natural, XXXIII, 66-78), sobre la que se han hecho distintas traducciones, aunque la utilizada en este trabajo es la de Hernández-Huerta aparecida en 1624 (reedición de Visor Libros, 1999). Aunque Plinio no aporta referencias geográficas directas, está generalmente admitido que conoció personalmente la magnitud de las explotaciones mineras del Noroeste durante su estancia en la Península Ibérica como *Procurator* de la Tarraconense bajo el imperio de Vespasiano en el siglo I. La envergadura de los trabajos descritos parece corresponderse con los restos que hoy podemos admirar en la explotación de Las Médulas, donde fue aplicado con total intensidad el método de *ruina montium* al que hace referencia.

Respecto a la red hidráulica, resulta muy significativa la descripción que hace de los canales que llevaban el agua a las explotaciones: "*...Hay después otro trabajo igual, o de mayor coste. Y es traer, para lavar esta ruina, ríos desde lo alto de los montes, muchas veces a cien millas de distancia. Y creo que se llaman arroyos, de aquella obra de arroyar, y cierto que este es grande trabajo. Conviene nivelar bien la corriente para que corra cuando se eche el agua, que se trae de partes altísimas. Los valles e intervalos de quiebras se juntan con canales puestos sobre puentes. En otras partes se perfora la peña viva por donde no hay camino y se excavan asientos para las vigas. Aquel que las pica está colgado con sogas, de suerte que el que lo ve desde lejos piensa que es alguna feroz especie de aves. Estos, estando pendientes y colgados en el aire, nivelan, fijan y señalan las líneas para el camino, de suerte que no hay lugar para que el hombre pueda fijar las plantas. Colgados en el aire los obreros, como demonios, prueban con las manos la tierra para conocer su cualidad. Hay un tipo de tierra que llaman urión, del que huyen guiando los conductos por pedernales y piedras. En lo alto y cabeza de los despeñaderos por donde ha de caer el agua, en las cumbres de los montes cavan unas piscinas o estanques de doscientos pies de ancho hacia todas partes y de diez de hondo, dejando en ellos cinco desaguaderos cuadrados de tres pies. Una vez lleno el estanque se quitan las compuertas que lo cierran y sale el agua con gran ímpetu, arrastrando y llevándose las piedras...*"

Referencias superficiales sobre la red hidráulica de Las Médulas se pueden encontrar en la bibliografía desde principios del siglo XIX (Madoz, 1847; González Lasala, 1877). De los datos reflejados por estos autores, la mayoría se basan en las informaciones suministradas por los lugareños, para quienes nunca pasó desapercibida la magnitud e importancia de los trabajos, llegando a fraguarse distintas leyendas sobre su construcción (Balboa, 1998). Las Médulas llamaron poderosamente la atención también en el escritor romántico Enrique Gil y Carrasco que las describe (1843) e incluye en algunas de sus novelas (Olmos, 2000).

Desde el punto de vista de la ingeniería destaca a principios del siglo XIX la primera descripción desde el terreno sobre el sistema de explotación que la realiza Munárriz durante su estancia en el Bierzo para la instalación de una fábrica de armas (Balboa, 1992). En 1883 José Mª Soler, Ingeniero Jefe del Distrito de Minas de León, realiza también un boceto sobre el suministro de agua a la explotación de Las Médulas y su modo de uso.

"*Asombrosos son los trabajos de los Romanos, que todavía se conservan en estas localidades y que no ha podido borrar el transcurso de los tiempos: aún se descubren vestigios de 7 canales ó acueductos romanos en la Sierra de la Cabrera, por los cuales conducían las aguas de los arroyos y rio de la Cabrera á la parte superior del diluvium de Las Médulas y Orellán; por doquiera se ven estos, y en puntos fuera de los de explotación, grandes montones ó murias de cantos rodados acordonados ó en forma de circo; grandes masas de tierras transportadas que representan millones de metros cúbicos, efecto de una extraordinaria actividad humana; y numerosas cuevas y galerías cruzadas en ángulo recto sobre estos diluviums auríferos.*

La siguiente aportación importante se debe a Gómez Moreno (1925), que saca a la luz las inscripciones que se encuentran grabadas en la roca en algunos puntos de su trazado en las inmediaciones de Llamas de Cabrera y Pombriego. Gómez Moreno suministra también los primeros datos sobre la construcción y geometría de los canales.

No es hasta la década de 1970, coincidiendo con la realización de varios trabajos sobre la minería romana del Noroeste de España, cuando aparecen nuevas referencias sobre la red hidráulica. Destacan sobre todo los datos de los ingenieros Sáenz y Vélez (1970), que hacen la primera aproximación al análisis hidráulico del sistema de abastecimiento, señalando la absoluta necesidad de medir con precisión las pendientes. Es necesario hacer referencia también a los trabajos de Lewis y Jones (1970) que presentan un rudimentario esquema de la llegada de los canales a Las Médulas, aunque sin ningún rigor topográfico.

Claude Domergue, al inicio de sus investigaciones sobre la minería romana en la Península Ibérica en los años 70, hace referencia a los canales de la red meridional en el entorno de Corporales, aunque incluye equivocadamente los de las minas del Teleno como pertenecientes a la red de abastecimiento de Las Médulas (Domergue, 1971), extremo este que más tarde desmentiría (Domergue, 1987, 1990, 1994).

David Gustavo López presenta en un trabajo posterior (López, 1980) un posible trazado y fuentes de aprovisionamiento. Realiza asimismo un pequeño estudio hidráulico sobre los caudales que llegaban a la explotación, aunque sin mediciones directas de la pendiente, basándose únicamente en apreciaciones personales sobre el terreno.

Al mismo tiempo, las primeras campañas de investigación arqueológica realizadas en el ámbito de La Cabrera aportan algunos datos en cuanto al trazado y dimensiones de los canales de la vertiente sur (Sánchez-Palencia, 1980; Fernández-Posse y Sánchez-Palencia, 1988). En 1992 se habla de la existencia de un número elevado de canales (13-16) de más de 80 km de recorrido a los que se atribuye un trazado total superior a 1200 km (Sánchez-Palencia *et al.*, 1992). Aunque en esta bibliografía existen abundantes datos sobre el trazado de distintos tramos de la red hidráulica, algunos de ellos sólidamente constatables, en conjunto no ofrecen apenas una visión superficial de la misma, limitándose en el mejor de los casos a reflejar una distribución geográfica de las zonas en las que se ha registrado la existencia de tramos de canalizaciones (Sánchez-Palencia y Pérez, 2000 p-190; Sánchez-Palencia y Sastre, 2002, p-242).

En 1997, los restos de la explotación romana del yacimiento aurífero de Las Médulas son declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, quedando incomprensiblemente fuera de esta declaración la totalidad de su red hidráulica de abastecimiento. En el Plan Director de Las Médulas nada más se contempla en proyecto el estudio parcial de los canales mediante métodos clásicos de topografía (sic). Sin embargo, las propias medidas de protección incluidas en el Plan Director del yacimiento han permitido la realización de repoblaciones forestales en todo el entorno de Las Médulas, destruyendo la mayoría de los pocos restos conservados de la llegada de los canales a la explotación.

En los últimos trabajos que se registran sobre Las Médulas y su entorno, algunos de ellos muy recientes, aunque realizados sobre la base de investigaciones anteriores, las referencias que se hacen a los canales de la red hidráulica tienen un mismo denominador común: "*Es poco menos que imposible reconstruir en la actualidad el trazado completo de los canales que abastecían minas de oro como las de Las Médulas*" (Sánchez-Palencia y Sastre, 2002, p-241).

LA RED HIDRÁULICA DE LAS MÉDULAS

Del estudio topográfico realizado sobre la red hidráulica de Las Médulas se ha puesto de manifiesto la siguiente estructura de abastecimiento:

- 2 Canales en la vertiente norte de los montes Aquilianos (red septentrional) ≈124 Km
  - **CN-1** 71,7 Km (Captación: río Oza)
  - **CN-2** 51,7 Km (Captación: río Oza)
- 6 Canales principales en la vertiente sur de los montes Aquilianos (red meridional) ≈ 460 Km
  - **C-0** 45 km (Captación: río Cabrera)
  - **C-1** 95 km (Captación: río Cabrera)
  - **C-2** 35 km (Captación: Arroyo Valdecorrales)
  - **C-3** 143 km (Captación: río Cabrera)
  - **C-3 a** 10 km (Subsidiario del C-3 desde el Arroyo de Rozana)
  - **C-3 b** 10 km (Subsidiario del C-3 desde el Arroyo de Rozana)
  - **C-4** 81 km (Captación: río Eria)
  - **C-5** 41 km (Captación: Arroyo de la Sierra)



Figura 2. Muros de asiento (Canal C-1 Llamas de Cabrera).

Queda así plenamente constatada la captación del rio Oza por dos únicos canales que intervinieron, tanto en el comienzo de la explotación (CN-1), como en la etapa final de la mina (CN-2). Este último canal presenta una variación intencionada de pendiente a su paso por el Valle del Silencio (Peñalba de Santiago) para evitar el tramo de roca caliza donde se sumen las aguas de los arroyos del Silencio y del Aro debido a la karstificación.

En la red meridional se ha descubierto la captación directa del cauce del río Cabrera mediante tres canales, uno en Odollo (C-0), otro en las proximidades de Encinedo (C-1) y otro (C-3), el más largo, con 143 km, por encima de La Baña, descartando de esta forma la creencia generalizada de que los canales se limitaban a captar el agua de los arroyos situados en la margen derecha del río Cabrera, hasta Santa Eulalia.

El canal más bajo encontrado en la red meridional (C-0) tenía su nacimiento en el río Cabrera, en la localidad de Odollo. Este tramo inicial era conocido, pero nunca había sido considerado como perteneciente a la red de Las

Médulas, sino para el abastecimiento de una explotación de depósitos rojos terciarios en la margen derecha del río Cabrera denominada El Miédalo. Otro tramo en las inmediaciones de Pombriego era considerado como el abastecimiento de las labores mineras de Castroquilame. La reconstrucción de su trazado ha permitido unir los distintos tramos, llevándolo hasta el comienzo de la explotación del yacimiento de Las Médulas en su parte más baja, lo que llegaría a situarlo justo por encima del actual pueblo de Carucedo, aunque este último tramo no ha podido observarse debido a las dificultades topográficas para su conservación, la actividad agrícola moderna, así como la destrucción propia provocada por el avance de la explotación y la acumulación de estériles del Chao de Maseiros y el Barranco de la Balouta. Después de agotar su función inicial, todo indica que fue también utilizado para la explotación de los yacimientos de Santalavilla y El Miédalo.

La prolongación de los dos últimos canales a partir del río Cabo y Santa Eulalia, respectivamente, había pasado desapercibida hasta la fecha. Un cuarto canal (C-4) realizaba la captación del agua del río Eria (Cuenca del Duero) en las inmediaciones del Barrio de Pedrosa de Corporales hacia el río Cabrera (Cuenca del Sil), mediante la corrección intencionada del trazado final para hacerle pasar por el punto topográfico más favorable (puerto de Peña Aguda, 1250 m). El canal C-5 realizaba un aporte adicional de agua al depósito de Campo de Braña, donde también confluyen los canales CN-2 y C-4, aprovechando el caudal del Arroyo de la Sierra (Odollo) y los aportes del resto de arroyos interceptados en su camino hasta la explotación. El hecho de dirigir reiteradamente los canales hasta el cauce del río Cabrera y, posteriormente, del Eria, con el espectacular incremento de costos y esfuerzos que ello supuso, indica una evidente insuficiencia de los aportes de los arroyos intermedios para abastecer por si solos y con garantías la capacidad de caudal de los canales, haciendo necesaria una captación directa de las corrientes fluviales más importantes.

TRAZADO

- **Red Hidráulica Septentrional** (Captación del río Oza) ≈**124 Km**

CANAL CN-1	Longitud: 71,7 km	Pendiente media: 0,0018
CANAL CN-2	Longitud: 57,7 km	Pendiente media: 0,0028

Tienen ambos su captación en los alrededores de Peñalba de Santiago. El CN-1 captaba el río Oza para llevar el agua hasta los depósitos del sector de La Frisga, en Orellán. El CN-2 aportaba su caudal al depósito de regulación de Campo de Braña, en la cota más alta de abastecimiento de Las Médulas. Su tramo final tiene un aumento intencionado de la pendiente para superar las calizas de los Valles del Silencio y del Aro, donde termina el trazado. Estas calizas se encuentran karstificadas y el agua se sume a su paso, por lo que de haber seguido con el trazado normal hubiesen perdido sus objetivos iniciales. No obstante, la capacidad hídrica del río Oza para las necesidades de la explotación de Las Médulas es muy limitada, de ahí la existencia de tan sólo dos canales en la vertiente septentrional.

Las poblaciones actuales que se encuentran relacionadas con su trazado son: Peñalba de Santiago, Montes de Valdueza, San Adrián, Santa Lucía, Villavieja, Paradela de Muces y Voces, lo que hace probable un origen vinculado a los canales, como sucede en la vertiente meridional. Es la red hidráulica más deteriorada y oculta debido a su situación en ladera norte, abundancia de calizas y pizarras muy replegadas y la intensa actividad agrícola de los núcleos de población próximos en el pasado, a lo que hay que añadir las recientes repoblaciones forestales que se están llevando a cabo actualmente y que ya han destruido numerosos puntos, entre ellos los del entorno de Las Médulas-Voces y San Adrián-Sta. Lucía. En la zona del Valle del Silencio y Montes de Valdueza todavía se pueden observar interesantes restos o recorrer algunos tramos convertidos antiguamente en caminos ("carriles"), integrados en la actualidad dentro de rutas de montaña.

- **Red Meridional** (Cuenca del río Cabrera + captación del Eria) ≈ **460 Km**

CANAL C-0 Longitud: 45 km Pendiente media: 0,0018

Capta el río Cabrera en las inmediaciones de Odollo, pasando por las explotaciones romanas de El Miédalo y Santalavilla, llegando con claridad hasta la localidad de Yeres. A partir de este punto y debido a las repoblaciones forestales que se han realizado en los últimos años, apenas se puede seguir su rastro hasta el barranco de La Balouta, donde se pierde su trazado. Por su posición topográfica fue utilizado en la explotación del sector del yacimiento de Las Médulas que se encuentra por encima de la localidad de Carucedo. Debió de ser, sino el primero, uno de los primeros canales que aportaron agua para la explotación del yacimiento, aunque por un período de tiempo reducido, dada su situación a cota tan baja respecto a la masa principal explotada. Una vez agotada su función en Las Médulas, todo indica que fue utilizado para la explotación de los yacimientos de Santalavilla y El Miédalo.



Figura 3. Canal C-0, en las inmediaciones de su captación (Odollo).

CANAL C-1 Longitud: 95 km Pendiente media: 0,0015

Capta también el río Cabrera en la inmediaciones de Losadilla de Cabrera, llegando a Las Médulas por encima de la localidad de Yeres. Junto con el canal CN-1 configura el abastecimiento principal de la primera fase de explotación del yacimiento.

La particularidad más destacada, además de ser uno de los canales más largos, lo constituyen las dos inscripciones que se encuentran en el Valle Airoso (Llamas de Cabrera), estudiadas por Gómez Moreno (1925) y los dos túneles que se conservan en la misma zona. A su paso por el arroyo de Valdecorrales fue preciso realizar un aliviadero para preservarlo de las crecidas mediante un túnel de desagüe de unos 15 m, que se entrecruza con otro túnel perforado para conducir el canal por un crestón de cuarcita. En este lugar se han acometido diversas labores de limpieza y señalización de un tramo de canal. Existen otros dos túneles más en las proximidades de la Ermita de la Virgen del Valle (Llamas de Cabrera) para atravesar sendos crestones de cuarcita, uno de ellos de 13 m de longitud.

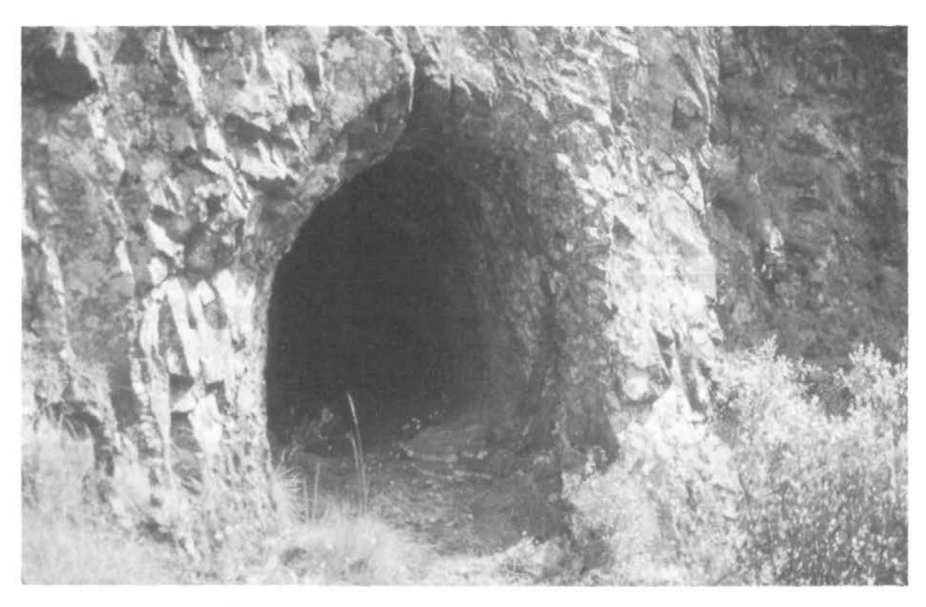


Figura 4. Entrada al túnel de la Ermita de la Virgen del Valle (Llamas de Cabrera).

En estos túneles abiertos en la cuarcita se pueden apreciar con total claridad las bóvedas dejadas al romperse la roca por el uso de fuego y agua para su realización.

CANAL C-2 Longitud: 35 km Pendiente media: 0,0014

Este canal presenta un trazado atípico que se corresponde con una captación cuya construcción fue abando-

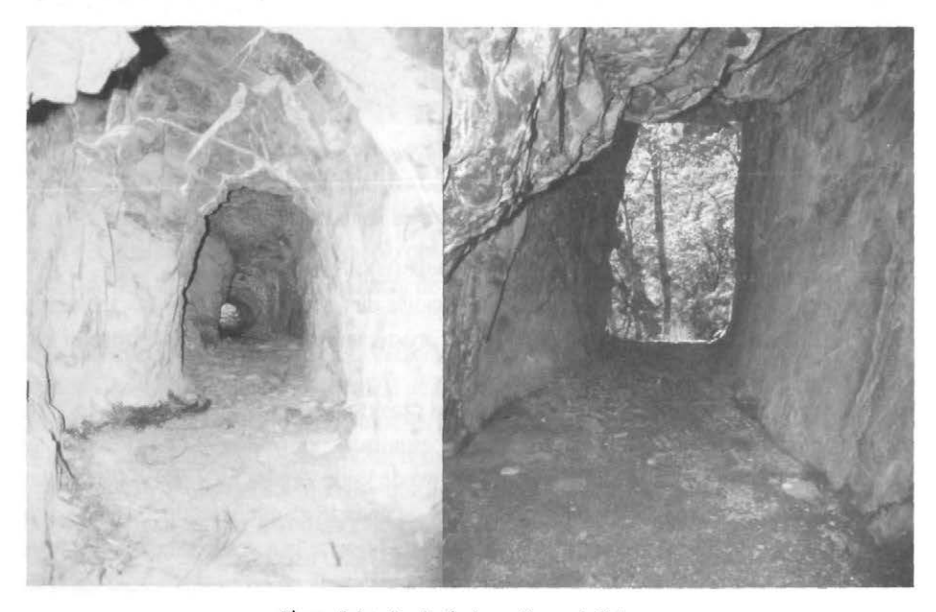


Figura 5. Interior de túneles en Llamas de Cabrera.

nada intencionadamente, llegando tan sólo hasta la localidad de Llamas de Cabrera, en su mismo casco urbano. La entrada en la explotación de Las Médulas la realiza apenas unos metros por debajo de las murias de las explotaciones de "Las Medulillas" de Yeres. Es un canal activo hasta el Valle Airoso, a partir del cual su trazado queda interrumpido. Las causas de esta interrupción hay que buscarlas en un cambio de la orientación de los trabajos de explotación del yacimiento, en el que, a partir de la cota 800, la masa a abatir superaba la cota de trabajo de la red de suministro. Las nuevas necesidades obligaron a la construcción de otros canales situados a una cota adecuada para el desarrollo del procedimiento de *ruina montium* en todo su esplendor.

CANAL C-3 Longitud: 143 km Pendiente media: 0,0021

Capta el río Cabrera en las proximidades del lago de La Baña, lo que le convierte en el canal más largo de todos los que abastecen Las Médulas. Su extraordinaria longitud supera también a la de cualquier acueducto urbano de época romana, cuya longitud máxima era de 132 km, para el caso del suministro de agua a la ciudad de Cartago. Plinio en su descripción de las redes hidráulicas mineras, hace una referencia a las cien millas de distancia de alguna captación (NH, XXXIII-74), dato que corrobora el trazado de este canal y que plantea una la cuestión sobre si era conocida con exactitud por sus constructores la distancia de los canales.

El canal C-3 llega a la explotación de Las Médulas aproximadamente a la cota 900, pero a su paso por el arroyo de Rozana (Pombriego) fue realizado un desdoblamiento en otros dos canales auxiliares de 10 km de longitud situados por debajo de este a intervalos regulares (C-3a y C-3b) para ampliar los frentes de trabajo en el yacimiento.

Existen tres pequeños túneles perforados poco antes de su paso por el arroyo de Valdecorrales (Llamas de Cabrera) para atravesar un gran crestón de cuarcita de paredes casi verticales.

CANAL C-4 Longitud: 81 km Pendiente media: 0,0033

El canal C-4, junto con el CN-2, ocupan la posición de abastecimiento de cota más alta para la mina de Las Médulas, que se sitúa en el depósito de regulación de Campo de Braña (978 m). Este canal discurre casi paralelo al C-3 hasta el río Cabo, donde fue incrementada su pendiente para alcanzar el collado del puerto de Peña Aguda (1250 m), pasando desde la cuenca hidrográfica de Sil hacia la cuenca del Duero con objeto de captar el río Eria por encima del Barrio de Pedrosa (Corporales) a la cota 1260 m.

En Llamas de Cabrera tiene un túnel de unos 10 m que forma un ángulo recto para atravesar un crestón de cuarcita a su paso por el arroyo de Valdecorrales (Llamas de Cabrera).

CANAL C-5 Longitud: 41 km Pendiente media: 0,0044

Nace en el Arroyo de la Sierra a la cota 1275 m, entre Llamas de Cabrera y Odollo. Tiene por objeto realizar un aporte adicional al depósito de regulación de Campo de Braña. En su trazado presenta interesantes peculiaridades, como un incremento intencionado de la pendiente al atravesar el valle Airoso (Llamas de Cabrera) para esquivar un tramo prolongado de cuarcitas, en donde fue necesario hacer túneles para los canales inferiores (C-3 y C-4), y dos bajantes escalonadas desde la cota 1100 m, después de pasar el arroyo de Rozana (Pombriego), hasta la cota del depósito de regulación de Campo de Braña (978 m), donde su trazado discurre un trecho por la vertiente septentrional. El tramo de llegada de este canal a Las Médulas se encuentra prácticamente desaparecido como consecuencia de la erosión y las repoblaciones forestales realizadas en el entorno, lo que ha hecho difícil su reconstrucción.

CONSTRUCCIÓN

Los canales fueron realizados mediante excavación directa con herramientas manuales, partiendo desde las zonas de descarga en el propio yacimiento hacia las zonas de captación en los cauces fluviales más importantes, aprovechando el agua de los arroyos para la compensación de las pérdidas por infiltración y evaporación. Las

etapas de su construcción fueron ascendentes, resultando los canales más antiguos los más bajos. Los terrenos por donde discurren los canales son en su mayoría rocosos y muy escarpados, con pendientes superiores a los 15-20°, lo que obligó a efectuar continuos aterrazamientos mediante bancales de mampostería en seco para asentar el muro de cierre del borde exterior, llegando a alcanzar en algunos casos alturas superiores a los 5 m en varios retranqueos.

Las dimensiones se mantienen prácticamente constantes y comunes a todos ellos, con una anchura variable dentro del mismo canal de 1,20-1,60 m. En contadas ocasiones se registran anchuras parciales de 0,90 m o 1,80 m. La anchura de caja oscila entre los 1,20 y 1,60 m, con variaciones significativas dentro del mismo canal. El muro de cierre se ha perdido en la mayoría de los casos, salvo cuando el canal ha sido cortado en roca viva por ambos lados. El paso de ciertos lugares extraordinariamente escarpados, tal y como se encuentran en la actualidad, tuvo que realizarse necesariamente mediante estructuras portantes de madera o construcciones en piedra que no se han conservado debido a la acción erosiva de los agentes naturales.

La mayor concentración de túneles para salvar crestones de cuarcita se produce en el entorno de Llamas de Cabrera (Valle Airoso - Ermita Virgen del Valle), en donde se han documentado 8 túneles de corto recorrido, inferior por lo general a los 10 m. En muchos de ellos pueden apreciarse las características superficies abovedadas producto de la utilización combinada del fuego y el agua para fragmentar la dura roca cuarcítica.

Todas las presas de derivación realizadas en las captaciones de los ríos y los pasos del canal por arroyos intermedios han sido literalmente barridas como consecuencia de la acción erosiva del agua, cuyo gradiente energético en las épocas húmedas o de crecida resulta muy elevado debido a los fuertes desniveles de los cauces. Este hecho motivó, estando la red en servicio, a la realización por encima del canal C-1 a su paso por el valle Airoso de un aliviadero excavado en la roca a modo de túnel de fuerte pendiente para desviar el exceso de agua durante las crecidas del arroyo de Valdecorrales y preservar así la estructura del canal.

Distintos autores han propuesto alturas de lámina de agua de 0,10 m (Sánchez-Palencia y Pérez, 2000; Sánchez-Palencia y Sastre, 2002), 0,30 m (Sánchez-Palencia *et al.*, 1992), 0,45 m (López, 1980), llegando hasta 0,90 m (Gómez

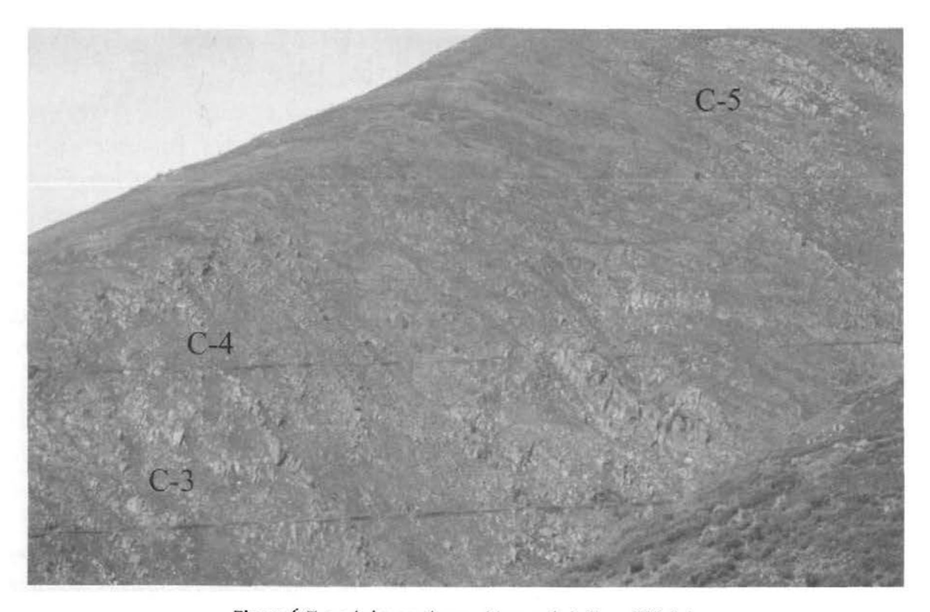


Figura 6. Traza de los canales en el Arroyo de la Sierra (Odollo).

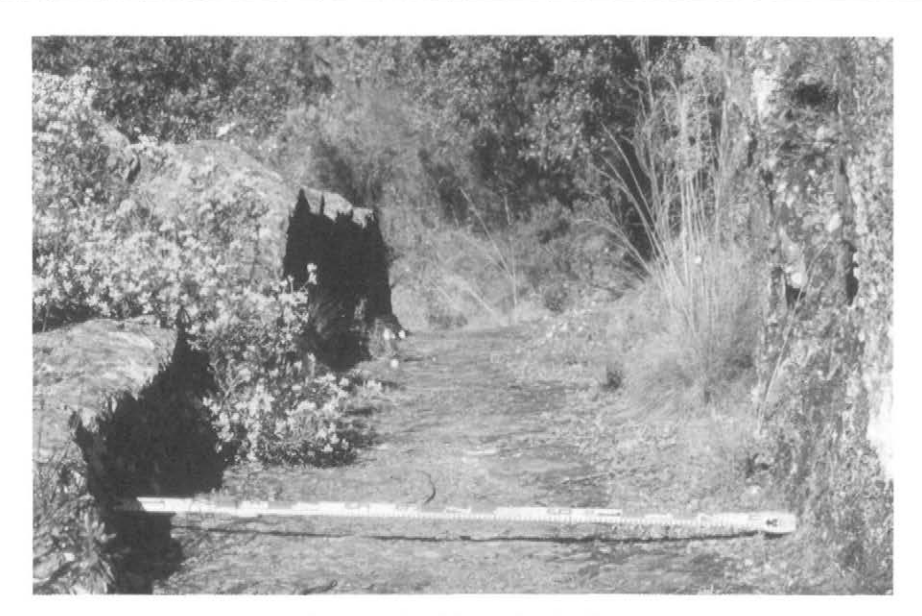


Figura 7. Anchura de los canales: 1,20-1,60 m.

Moreno, 1925; Sáenz y Vélez, 1974). La altura del agua no puede ser determinada por la huella dejada en las paredes ya que se trata de aguas muy puras que no depositan incrustaciones calcáreas. Por otro lado, y teniendo en cuenta la velocidad media del agua, función de la pendiente, la erosión debida a los sólidos arrastrados se ha realizado preferentemente por rodadura, afectando tan sólo al fondo del canal. No obstante, las evidencias conservadas en algunos puntos de las alturas del muro de cierre tallado en la roca y los voladizos dejados para el paso del agua, nos indican con claridad que la lámina de agua estaba limitada constructivamente a un máximo de 0,70-0,80 m, por lo que se puede considerar como lámina de agua de funcionamiento habitual los 0,50-0,60 m.

NIVELACIÓN

Una de las características que más llama la atención en las observaciones de campo es la suave pendiente del trazado de los canales. Las correcciones de caja que se pueden observar en el tallado de la roca a distintas alturas en numerosos puntos atestiguan que fue realizado un trazado previo del recorrido de los canales, hecho también reflejado en la descripción de Plinio, posibilitando así el trabajo simultáneo en múltiples frentes. Este trazado previo y su posterior nivelación fina requirió la aplicación de técnicas topográficas de cierta precisión, similares a las utilizadas en otras obras públicas romanas, con instrumentos como el nivel de agua, dioptra, groma o corobates (Hodge, 2002).

La reconstrucción topográfica detallada a E 1:10.000 de los canales romanos de Las Médulas ha permitido calcular con precisión la pendiente de cada canal, factor fundamental para un estudio hidráulico riguroso. Se han encontrado variaciones muy significativas entre los distintos canales, siendo las pendientes más bajas las de los inferiores, que parten del 0,0015 (0,15 %), llegando hasta el valor 0,004 (0,4 %) en la del canal más alto (C-5).

La pendiente media del trazado de cada canal se mantiene sensiblemente constante, salvo en aquellos tramos en los que se constata un incremento intencionado para salvar obstáculos o alcanzar un mejor abastecimiento. Este hecho manifiesta claramente un meticuloso trazado, acorde con la importancia de la obra hidráulica, semejante e

incluso superior en algunos casos al de los acueductos urbanos, en los que a veces las variaciones de pendiente son notables debido a su complejidad y dificultad de trazado al tener que ir cubiertos o subterráneos. Destaca por su espectacular nivelación el canal C-3 que mantiene una pendiente prácticamente constante de 0,0021 (0,21 %) en los más de 143 km de su trazado.

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

Los conocimientos hidráulicos de los ingenieros romanos han quedado especialmente patentes en las obras realizadas para el abastecimiento a las ciudades, en las que se han utilizado embalses, acueductos elevados, túneles, sifones, etc. Plinio y, especialmente, Vitrubio, describen los modos de captación y conducción de las aguas, destacando entre todos por su excepcionalidad la obra de Frontino sobre el abastecimiento de agua a la ciudad de Roma. El moderno análisis hidráulico de las evidencias arqueológicas de muchas conducciones romanas (Hodge 2002, Chanson 2000) revela datos formidables en cuanto al nivel técnico alcanzado en las obras hidráulicas, muy superior del que se desprende de la simple lectura de los textos antiguos.

Para calcular la capacidad hidráulica de esta red se han de tener en cuenta una serie de factores que intervienen en la aplicación de la expresión de Manning para hallar la velocidad del agua:

$$V = \frac{1}{n}\sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{I}$$

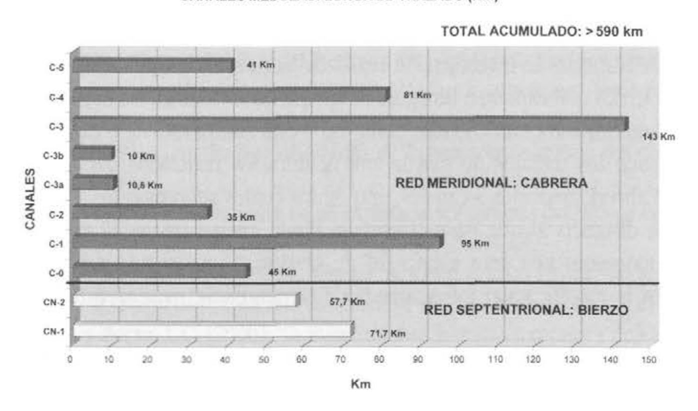
- Anchura: común para todos los canales. A efectos de cálculos se ha tomado 1,3 m
- Rugosidad: coeficiente n = 0,35
- Lámina de agua: 0,60 m como nivel de trabajo habitual
- Pendiente: en función de la pendiente media calculada de cada canal (0,0015-0,004)

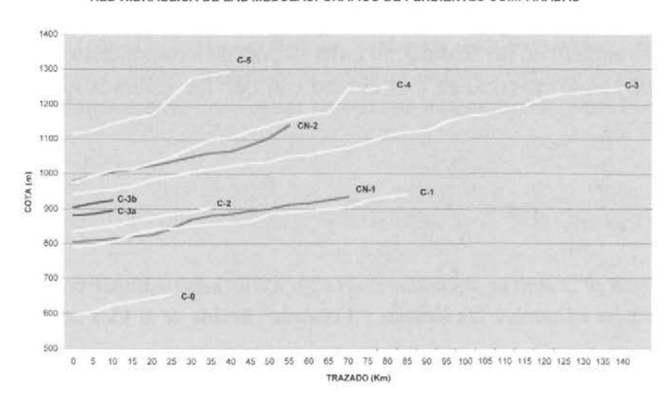
La anchura y rugosidad se consideran constantes en todo el trazado de los canales, habiéndose elegido los valores promedio más desfavorables para ambas. La altura de lámina de agua es el factor más crítico a mantener para garantizar el mayor suministro de caudal, lo que justifica un cuidado mantenimiento de la red hidráulica.

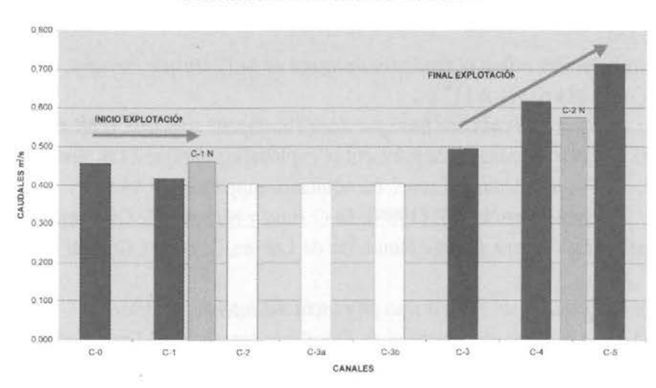
Los resultados de los cálculos hidráulicos revelan un aumento intencionado de la capacidad hidráulica de los canales a medida que sube su cota en la explotación de Las Médulas, lo que se realiza mediante un incremento de la pendiente, sin llegar a comprometer la estabilidad de la construcción del canal. El aumento de pendiente tuvo que ser muy bien calculado ya que las distancias hasta la captación de los ríos son grandes y un mayor incremento haría que perdiese la efectividad de la medida al entrar en zonas de poco caudal e, incluso, hacer inviable la captación por salirse de la cuenca fluvial. Este hecho parece ser el que motivó la realización del trasvase del río Eria mediante el canal C-4, ya que un nuevo canal por encima del C-3 para abastecerse del río Cabrera hubiese llevado el origen de la captación hasta el mismo lago de La Baña, disminuyendo la cantidad de caudal aprovechable y elevando la distancia de trazado por encima de 140 km, técnicamente viables, como demuestra el propio canal C-3, pero de escasa efectividad para el objetivo buscado.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la mayor explotación minera del Mundo Antiguo conocida como Las Médulas (León-España) requirió de la construcción de una extensa red de canales capaz de suministrar con total regularidad grandes cantidades de agua para la aplicación de las impresionantes técnicas de minería hidráulica utilizadas en la explotación de este yacimiento aurífero. La detallada reconstrucción topográfica a E 1:10.000 de la totalidad del trazado de la red







hidráulica ha permitido configurar una novedosa estructura del abastecimiento y distribución del agua utilizada en la explotación del yacimiento en sus distintas fases.

El trazado de la red hidráulica de Las Médulas discurre por las vertientes sur y norte de los Montes Aquilanos, que constituyen la prolongación hacia el Oeste de la Sierra del Teleno (2188 m). Su objetivo principal era la capta-

ción directa de los ríos Cabrera y Eria (red meridional) y del río Oza (red septentrional). Tanto el número exacto de canales como su extensión dista mucho de los datos que se recogen con anterioridad en la bibliografía, lo que obliga a una profunda revisión de la misma. La investigación realizada ha puesto de manifiesto que la red septentrional consta, efectivamente, de 2 canales que captaban las aguas del pequeño río Oza en las inmediaciones de Peñalba de Santiago. Sin embargo, la red meridional es mucho más compleja y está compuesta de 6 canales principales de largo recorrido y 2 auxiliares, siendo los trabajos de mayor envergadura los realizados para la captación directa de las aguas del caudaloso río Cabrera mediante 3 canales, uno de los cuales sobrepasa los 140 km, lo que corrobora el dato de las 100 millas de distancia al que hace referencia Plinio en sus textos. El meticuloso trazado de los canales evidencia en todo momento una gran capacidad de gestión de los recursos hidráulicos del territorio, apreciándose en varios casos la modificación intencionada de la pendiente para alcanzar objetivos concretos o salvar obstáculos.

En total, la extensión conjunta de los canales de ambas vertientes alcanza los 600 km, con unas pendientes medias características para cada canal o grupo de canales, que se incrementan a medida que aumenta la cota de estos, variando entre el 0,0015 (0,15 %) del más bajo y el 0,004 (0,4 %) del más alto. Una vez conocida la situación topográfica y función de cada canal en la mina romana, la disposición de la red hidráulica muestra que las fases de explotación del yacimiento aurífero de Las Médulas, no todas ascendentes, responden a una adecuada y rigurosa planificación, en consonancia con la envergadura y el esmero con que fue realizada su red de abastecimiento hidráulico.

BIBLIOGRAFÍA

- **Balboa, J.A. (1992):** *El Bierzo en la obra de dos militares del siglo XVIII: Datoli y Munárriz.* León.
- **Balboa, J.A. (1988):** "Leyendas en torno a Las Médulas y Carucedo". Revista de la Casa de León en Madrid, nº 351, pp 13-15
- **Chanson, H. (2000):** "A Hydraulic Study of Roman Aqueduct and Water Suply". Australian Journal of Water Resources, Vol. 4, nº 2, pp. 111-120.
- **Domergue, C. (1971):** "Las minas de oro romanas de la provincia de León: razones de una excavación arqueológica". *Tierras de León, XIV*, pp. 39-51.
- **Domergue, C. (1987):** *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Péninsule Ibérique.* Casa de Velázquez, Madrid. Série archéologie, 8, 2 Vol. (Vol. I, 244 p.; Vol. II 117 p.)
- **Domergue, C. (1990):** *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l´antiquité romaine.* Ecole française de Rome, 625 p.
- **Domergue, C. y Hérail, G. (1999):** "Conditions de gisement et exploitation antique à Las Médulas (León-Espagne)". *L´or dans l´antiquité: de la mine à l´object.* Béatrice Cauuet, ed. Aquitania, supplement 9, 93-116.
- **Fernández-Posse, M.D. y Sánchez-Palencia, F.J. (1988):** *La Corona y el Castro de Corporales II. Campaña de 1983 y prospecciones en la Valdería y La Cabrera (León).* Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Madrid, 262 p.
- **Gil y Carrasco, E. (1843):** *Bosquejo de un viaje a una provincia del interior.* Madrid.
- **Gómez Moreno, M. (1925-26):** *Catálogo monumental de España: la provincia de Léon.* Madrid.
- **González Lasala, J. (1877):** "Memorias facultativa y económico-administrativa referentes a la explotación de las minas de oro existentes en las márgenes del Sil". *Informe para los accionistas de la Sociedad Montañesa-Galaico-Leonesa. Santander 1877.* Edición facsímil de librerías París-Valencia. Valencia 1995, 40 p.
- **Hodge, A.T. (2002):** *Roman Aqueducts & water supply.* 2ª Ed. Duckwort, Londres. 504 p.
- **Lewis, P.R. y Jones, G.D.B. (1972):** "Roman Gold-Mining in North-West Spain". *Journal of Roman Studies*, 60, 164-178.
- **López, D.G. (1980):** *Las Médulas.* Ed. Nebrija, León, 159 p.
- **Madoz, P. (1847):** Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar: provincia de León. Facsímil de Ed. Ámbito, Valladolid 1983. T - 3, 334 p.

- **Matías, R. y Gómez, F. (2003):** "La mina romana de Llamas de Cabrera (León-España).Actas del *IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero.* Utrillas-Teruel, Septiembre 2003, 383-398.
- **Olmos, R. (2000):** "La arqueología y el paisaje del Bierzo en los escritores ilustrados y románticos". En Sánchez-Palencia, F. J. (ed.) (2000): *Las Médulas (León). Un paisaje cultural en la "Asturia Augustana".* Instituto Leonés de Cultura, León, 362 p. pp 317-332.
- **Sáenz, C. y Vélez, J. (1974):** *Contribución al estudio de la minería primitiva del oro en el Noroeste de España.* Ediciones Atlas, Madrid, 190 p.
- **Sánchez-Palencia, F.J. (1980):** "Prospecciones en las explotaciones auríferas del N.O. de España (Cuencas de los ríos Eria y Cabrera y Sierra del Teleno)". *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 8. 214-289.
- **Sánchez-Palencia, F.J., Fernández-Posse, MªD., Orejas, A. y Pérez, L.C. (1992):** "Las Médulas de Carucedo (León): sistemas de explotación en la Antigüedad". *Congreso Nacional de Geología.* Salamanca, vol. III pp. 339-346.
- **Sánchez-Palencia, F.J. y Pérez, L.C. (2000):** "La infraestructura hidráulica: canales y depósitos". En Sánchez-Palencia, F.J. (ed.) (2000): *Las Médulas (León). Un paisaje cultural en la "Asturia Augustana".* Instituto Leonés de Cultura, León, 362 p. pp 189-207
- **Sánchez-Palencia, F.J. y Sastre, I. (2002):** "La red hidráulica en las minas romanas de oro del noroeste hispano". En ARTIFEX Ingeniería Romana en España. Museo Arquelógico Nacional. Catálogo de la exposición. Madrid, 456 p, pp. 251-254
- **Sánchez-Palencia, F.J. (coord.) (2002):** *Las Médulas. Patrimonio de la Humanidad.* Junta de Castilla y León. 166 p.
- **Soler, J.M. (1883):** *Reseña geológico-minera de la provincia de León y catálogo de minerales, rocas, fósiles, antigüedades, productos metalúrgicos, cerámica y aguas.* Imprenta de la Diputación Provincial, León, 63 p.

Minería romana en el distrito de Linares-La Carolina (Jaén): estado de la cuestión y nuevos hallazgos

F. Contreras Cortés*, J.A. García Solano, L. Arboledas Martínez*, D. Campos López*, A. Moreno Onorato*, A. Jaramillo Justinicio*, J. Dueñas Molina*** y A.A. Pérez Sánchez******

*Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada.
fccortes@ugr.es
**Departamento de Prehistoria. CEH. CSIC. Madrid.
***Escuela Politécnica Superior de Linares. Univ. de Jaén.
****Colectivo Proyecto Arrayanes.

RESUMEN

En este trabajo realizamos un estudio de la minería romana en el Alto Guadalquivir, presentando un estado de la cuestión de la investigación así como los resultados obtenidos en los trabajos de prospección realizados en la cuenca del río Rumblar, uno de los afluentes septentrionales del río Guadalquivir en su curso alto. Esta zona del Alto Guadalquivir ha sido un foco de explotación minera desde época prehistórica hasta hoy día, siendo el período romano uno de los períodos álgidos de laboreo, como nos informan las fuentes literarias, epigráficas, numismáticas y arqueológicas. En este distrito se han documentado restos relacionados con la minería extractiva y la metalurgia romana, como rafas, galerías, escombreras de mineral y de escoria, bocaminas, restos de cultura material mueble, etc. Estos restos de minería están relacionados con la explotación de minerales de cobre y de la galena argentífera, de donde se extraería la plata y el plomo como un subproducto.

Palabras clave: Alto Guadalquivir, Cobre, Minería romana, Plata, Plomo, Prospección arqueológica superficial.

ABSTRACT

In this paper a study about roman mining in the High Guadalquivir valley is made. We present a state of arts and the results got from the new surface archaeological surveys in the Rumblar river basin, one of the northern tributary rivers in the high course of the Guadalquivir river. This area has been an important mining focal point since the prehistoric age to nowadays. Roman period was one of the main epoch of mining, according to literary, epigraphic, numismatic and archaeological sources. Roman remains and structures relationed to metallurgy and mining have been found in this district. We can referrafas, galleries, tips, slap heaps, pitheads, mobile material culture items, etc. These remains talk us about exploitation of copper minerals and argentiferous galena which was the source for silver and lead, but this last mineral as a subproduct.

Key words: *Roman Mining, High Guadalquivir valley, Surface archaeological survey, Koper, Silver, Lead.*

INTRODUCCIÓN

Esta zona es conocida sobre todo por su producción minera industrial desde el siglo XIX, pero una explotación intensiva del distrito tuvo lugar en época romana. Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto Peñalosa, centrado en el desarrollo minero de la zona desde época prehistórica (Contreras, 2000). En la segunda fase del Proyecto Peñalosa los esfuerzos se están centrando en la localización de los lugares de extracción de mineral y su relación con los asentamientos.

La riqueza metalífera de esta zona está ampliamente constatada en las fuentes literarias que se han conservado, como lo atestiguan las citas de Estrabón (III, 2, 11; III, 2, 10) y de Polibio (10, 38, 7). Las primeras referencias las encontramos, ya en época moderna, localizadas dentro de obras generales de minería española, basadas fundamentalmente en las fuentes literarias, destacando así mismo las descripciones de los grandes viajeros. No será hasta ya finales del s. XIX cuando se inicie la verdadera investigación de las explotaciones metalíferas de este distrito, hecho que se debe a la obra de P. de Mesa y Álvarez (1890), en la que realiza una historia de las explotaciones de las minas del distrito, desde la prehistoria reciente hasta el siglo XIX.

Sin embargo, el impulso de la investigación sobre la minería antigua, vino con la llegada de ingenieros de minas extranjeros, entre los que sobresale el inglés H. Sandars, el cual realizó numerosas publicaciones dando a conocer los hallazgos relacionados con la minería romana (Sandars, 1903; 1905; 1921; 1924), junto con los estudios numismáticos de los tesorillos y precintos de plomo con las siglas S. C. con la colaboración de G.F. Hill (Hill y Sandars, 1911; 1912). A partir de éste, la investigación sufre un parón, en la que sólo destacaría la obra de O. Davies (1935) y alguna que otra recopilación como la que realiza R. Fernández Soler (1954) hasta la década de los 60-70, cuando van aparecer los trabajos relacionados con las fuentes literarias, epigráficas y numismáticas realizados por J.Mª Blázquez (1969; 1970) y el erudito linarense R. Contreras (1960; 1966). Ya en la década de los 80 Mª.P. García-Bellido presenta sus tesis sobre la acuñación de una moneda minera con tipo de mano teniendo el mismo uso que las monedas de Cese contramarcadas con la S. C.

Al igual que a principios del S XX, el nuevo auge de la investigación vendría por la llegada de ingenieros y geólogos franceses. Entre estos destaca G. Tamain con la realización de diversos estudios de minería romana, en los que documenta nuevos datos y restos de trabajos antiguos, y por otro lado, la figura de C. Domergue que llevará a cabo la excavación del poblado minero metalúrgico del Cerro del Plomo (Domergue, 1971) y una innovadora investigación que constituye el trabajo más completo, sin lugar a dudas, de toda la minería hispanorromana (Domergue, 1987; 1990; 1999; Domergue y Tamain, 1971). Como consecuencia de este nuevo impulso, van a aparecer diferentes publicaciones basadas en la revisión y recopilación de datos (Soria y López, 1978; 1983; Pastor *et. al.* 1981). En las últimas décadas nos encontramos las historias locales en las que se recoge la documentación que se tiene de las explotaciones mineras antiguas (Caride, 1978; Gutiérrez, 1999; García, 2000).

La implicación de nuevos proyectos arqueológicos en el estudio de la minería antigua en este distrito se inicia a partir de la década de los años 80 con las prospecciones llevadas a cabo por el departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada en la cuenca del Rumblar, del Jándula y del Guadiel (Lizcano *et al.* 1990; Nocete *et al.* 1987; Pérez *et al.* 1992) donde se documentan numerosos poblados tanto prehistóricos como romanos a la vez que los primeros indicios de trabajos mineros, e intervenciones arqueológicas de urgencia realizadas en yacimientos como Fuente Spys-Santana (Choclán *et al.* 1990) o la documentación gráfica en la fundición romana de San Julián (Vilches, Jaén) (Gutiérrez *et al.* 1995) dentro de la Campaña de Actividades de Urgencia de 1992.

A partir de finales de la década de los 90 van a convivir en la misma zona dos proyectos, uno dirigido por L. M. Gutiérrez (1998), cuyo trabajo está enfocando hacia la documentación de los restos mineros de la provincia de Jaén (Gutiérrez *et al.* 1998) y el Proyecto Peñalosa, dirigido por F. Contreras y J.A. Cámara centrado en la explicación histórica del desarrollo metalúrgico y minero del Alto Guadalquivir. Los resultados de la prospección arqueometalúrgica del 2003, financiada por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía se exponen en este trabajo.

LA PROSPECCIÓN ARQUEOMETALÚRGICA

La zona elegida para iniciar los trabajos de prospección arqueometalúrgica se corresponde con la Cuenca Alta del río Rumblar. Teniendo en cuenta que en el área prospectada únicamente eran conocidos los asentamientos mine-

ros romanos de Salas de Galiarda y Cerro del Plomo, se han localizado vestigios de nuevas explotaciones mineras no atestiguadas en la bibliografía existente, que pasamos a describir.

En el *área del Murquigüelo* se ha documentado la presencia de un pozo de unos 15 m. de profundidad y 1, 5 m. de diámetro. Cerca de allí, en la *finca de Doña Eva*, se han localizado varias catas y pozos de poca profundidad, pero en la misma línea de éstos, se ubicaban dos pozos verticales, paralelos entre ellos, y colmatados por las basuras debido a su escasa profundidad. Por las características de estos dos pozos verticales y paralelos, separados por una distancia de alrededor de 1 m., no sería descabellado proponer que se trataría de pozos gemelos (Davies, 1935; Domergue, 1990). Estos presentan normalmente concreciones y nódulos de hierro de elevada densidad en forma de hematites y oligisto, a veces asociados a cristales de calcita (lám. 1).

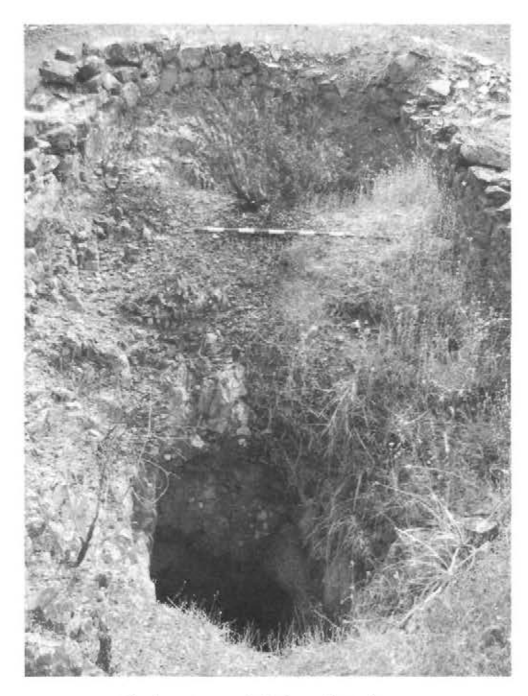


Lámina 1. Pozo de la finca de Doña Eva.

En la zona de los *Pocicos del Diablo*, como el propio nombre indica, se han localizado varias catas y pozos con grandes vertederos que están totalmente integrados en el terreno, que por su morfología y cercanía al asentamiento romano de Salas de Galiarda junto con un resto de tégula aparecida nos lleva a adscribirlo al mundo romano. En éstos, encontramos altas concentraciones de óxidos férricos junto con bajas concentraciones de malaquita rellenando fisuras. También se reconocen nódulos de hierro asociados a algunos cristales de cuarcita.

Otras formas de explotación son en forma de galería como las bocaminas documentadas en la zona del *Barranco de la Fuente la Teja*, realizadas sobre esquistos, llegando a alcanzar una de ellas hasta 50 m de longitud (lám. 2). Presenta una pátina de óxidos de hierro que tiñe todas las fracturas del material. También se documentó un pozo relacionado con una de ellas de 2 por 2 m. de lado, con una profundidad aproximadamente de 8 m. con un vertedero absorbido por la vegetación existente.

En la *Finca del Quinto* podemos constatar un pozo minero con su correspondiente vertedero, donde la roca presenta una alta concentración de cizalla, altamente meteorizada y una alta concentración de hierro supergénico. Por su forma y lo integrado entre la vegetación hace que lo podamos atribuir a una etapa antigua.

Estos restos mineros se pueden poner en relación con Salas de Galiarda, interpretada como mina fortificada (Sandars, 1914 y Lizcano *et al.* 1990) o como poblado fortificado o "castilletes" (Gutiérrez, 2000; Gutiérrez *et al.* 1998). Sobre las fases cronológicas culturales se ha mantenido diferentes posturas. Sandars (1914: 597) a principio de siglo nos dice que no ha podido encontrar otra cerámica que no sea romana, a pesar de esto afirma



Lámina 2. Bocamina del Barranco de la Fuente la Teja.

que los edificios podían ser anteriores a la ocupación romana. Por ello, Ruiz (1978: 268) lo considera anterior a la época romana, apoyando así la idea de frontera para el estado ibérico de las Campiñas de Jaén del siglo V y IV a.C. Pero según las evidencias con las que contamos (estructuras) y el material que aparece, solamente tégulas, pensamos que hay que adscribirlo al período romano republicano, a falta que se lleve a cavo algún tipo de sondeo o limpieza con el que se pueda documentar más materiales para poder afirmar esta cronología.

Lo que más destaca y favorece la interpretación minera de este asentamiento es la existencia de unos enormes vertederos, mimetizados con el paisaje que se extienden por toda la llanura que desciende desde Salas de Galiarda en dirección hacia el Jándula, vertederos que tienen la misma dirección que los del pozo de la Finca del Quinto y el área minera de los Pocicos del Diablo (lám. 3). La mineralización se encuentra asociada a brechas con altas concentraciones de cuarzo fragmentado. Hay presencia elevada de malaquita, hierro, oligisto y hematites. En la vertiente oriental del cerro de Salas de Galiarda, en dirección al Cerro de Siete Piedras, aparece una cata de un diámetro de 5 a 6 m y que posiblemente sea el seguimiento de la veta que se halla encima del cerro, con presencia de minerales y oxido de hierro. Junto a ella aparecen restos de sillares de piedra, que pueden indicar fortificación (Contreras *et al*, en prensa).



Lámina 3. Rafa de Salas de Galiarda.

Más abajo, en la finca de *la Huerta del Gato*, hemos localizado los restos de una *villae*, que muestra los restos de una fuente o estanque en *opus signinum* y una estructura cuadrangular con numerosas incrustaciones de escorias embutidas en su cemento. La presencia de escorias nos demuestra la cercanía de una explotación minero-metalúrgica, de la cual se aprovecharía, como es muy frecuente, éstas como material constructivo.

En el límite entre la Depresión y Sierra Morena nos encontramos con el yacimiento iberorromano de *Cortijo Salcedo* donde se observa gran cantidad de material, junto al cual hemos localizado un pozo realizado sobre esquisto con cristalizaciones de cuarzo y concentraciones de hierro.

Y, por último, para esta gran área, dentro de la finca de *Santa Amalia* se han localizado varias estructuras murarias. Dentro de éstas, podemos observar restos de mineralizaciones, donde se reconoce malaquita en bajas proporciones y altas concentraciones de brechas cristalizadas adscritas a nuestro período por la presencia de tégulas.

En cuanto al área minera del Centenillo documentamos, junto a las rafas existentes de la zona de la *Mina de la Botella* y de la *Mina del Macho*, una serie de socavones y pozos que posiblemente fueron explotados en época romana, ya que en la parte superior se definen una serie de estructuras defensivas junto con cerámica y restos de plomo, al que hemos denominado *Cerro de la Mina de la Botella* (lám. 4). Estos socavones presentan altas concentraciones de plomo, piromorfita y cuarzo. Los esquistos llegan a presentar en sus planos de exfoliación malaquita en forma de costras, pero en ellos, se reconocen una serie de vetas de cuarzo brechadas a las cuales se observa asociado piromorfita. Los carbonatos de cobre se presentan siempre a nivel superficial como pátinas producto de meteorización, siempre se ven vinculados a pequeñas zonas enriquecidas con hierro (oligisto). En cuanto a la zona de la mina del Macho, cercana a la anterior, lo que encontramos son rafas muy estrechas, y de difícil acceso, con vetas de cuarzo recristalizadas en las cuales siempre se ve asociado a sus respaldos y grietas elevadas concentraciones de oligisto. En las muestras recogidas las concreciones de hierro llegan a tener diámetros de 1 a 2 cm. con muy alta densidad (Contreras *et al*, en prensa).



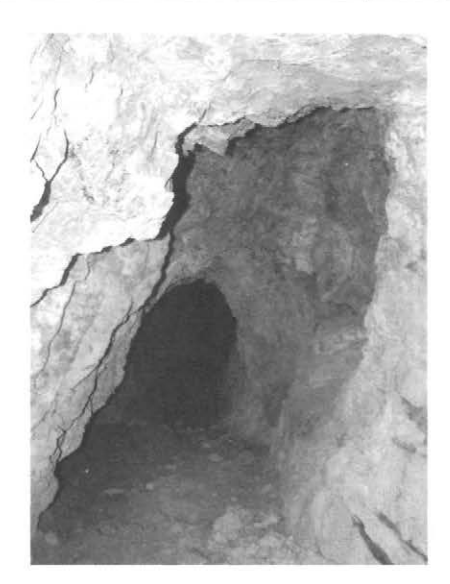


Lámina 4. Restos del Cerro de la Mina de la Botella y bocamina.

Y, como no, hacer mención al yacimiento del Cerro del Plomo, de época republicana y altoimperial (Domergue, 1971) donde se pueden observar en sus alrededores diferentes puntos de extracción en forma de socavones, galerías y rafas; y una fuerte presencia de mineral de galena. En la misma parte superior del cerro se observa la presencia de un pozo y una rafa de 30 m. de largos por 5 m. de ancho. Dentro del yacimiento Cl. Domergue (1971) ya documentó estructuras y restos de donde se ubicarían los lavaderos y hornos para el lavado y fundición del mismo.

CONSIDERACIONES FINALES

En principio, podemos establecer dos grandes sectores de explotaciones mineras en función de todas las áreas estudiadas. Una primera, Salas de Galiarda y de Los Escoriales, en relación con las estribaciones de Sierra Morena y valles, y una segunda, en El Centenillo, al interior de la sierra propiamente dicha. Reconociendo, *a priori*, dos métodos de extracción, uno vinculado a la explotación a cielo abierto de amplias zonas mineralizadas como se pueden reconocer en las áreas aledañas a Salas de Galiarda o en el Área de El Centenillo como las rafas de la Mina de El Macho, donde grandes sistemas de vetas y venas mineralizadas han sido completamente extraídas superficialmente dejando una gran cantidad de material de caja en grandes vertederos que han cambiado los rasgos morfológicos naturales de la zona. Estas explotaciones pueden tener dimensiones de 300 a 400 m de longitud por 50 de ancho, en un desnivel de 35 metros verticales (Contreras *et al*, en prensa). Y aquellos asociados a la explotación de vetas y diques, generando pozos, socavones o galerías de forma tabular que llegan a tener hasta 100 m. de longitud, con una anchura media de 0,8 a 1,5 m y una profundidad media de 25 m, como se observa en la zona de El Centenillo.

En cuanto a las mineralizaciones explotadas, observamos que son de lo más diverso. Contamos con la presencia de sulfuros, enriquecidos por pirita, calcopirita, galena, malaquita, azurita, estibina y posiblemente la plata, pero otro tipo de minerales extraídos son aquellos enriquecidos en hierro y que se vinculan a la presencia de nódulos de hierro, oligisto, goletita y hematina, producto del enriquecimiento supergénico de estas zonas, pero que parecen estar más relacionados con material de deshecho.



Lámina 5. Fortín romano en la zona baja del Vale del Rumblar.

Es difícil establecer una secuencia de tipo cronológico por fases o momentos de entrada hacia la cuenca alta del río Rumblar y El Centenillo para la explotación minera de época romana. Pudiendo ser estos dos grandes sectores contemporáneos entre sí. De hecho, se constata la presencia de una vía romana que parte de la zona de los Escoriales pasando por Salas de Galiarda hasta la zona del Cerro del Plomo y desde aquí hacia la actual población de La Carolina de donde bajaría hasta Cástulo (Corchado Soriano, 1969). De esta forma, pondríamos en contacto los asentamientos y explotaciones mineras del piedemonte con los del interior de la sierra, dado el difícil acceso en el que se encuentran localizadas la mayor parte de éstas. Vías que conectarían las explotaciones mineras con la ciudad de Cástulo, que sería el centro, o más bien la cabeza del distrito minero a través de la cual se le daría salida del metal (Blázquez, 1984; Domergue, 1999), bien por vía fluvial hacia los puertos del sur, o bien por tierra a través de la vía Augusta con destino al puerto de Cartagena. Esto será posible por la localización estratégica de Cástulo, convirtiéndose en un nudo de comunicación desde tiempos anteriores al período romano, por vía fluvial a través del río Guadalimar del que aún quedan vestigios del puerto fluvial (Contreras de la Paz, 1966) y por tierra a través de la vía Augusta que la unía con la baja Andalucía como con el Levante, o por las vías que la conectarían con Malaca o con la meseta. Este hecho favoreció al engrandecimiento de la ciudad de Cástulo lo que le hizo ser en una de las ciudades más importantes del sur de Hispania.

Lo que sí podemos constatar es el carácter de control sobre las principales explotaciones mineras a lo largo de las cuencas del Rumblar, el Jándula y El Centenillo. Entre éstos los venidos a denominarse como "castilletes", Salas de Galiarda, Los Escoriales y Cerro del Plomo, como más representativos, formarían parte de un entramado de poblados fortificados o "castilletes" (Gutiérrez *et al.* 1998; Gutiérrez y Bellón, 2001) que estaría en relación con el control y protección de las explotaciones mineras (Gutiérrez *et al.* 1998) como la vigilancia de las rutas comerciales que se utilizaban tanto para la salida de la plata, tan codiciada por los romanos, como la entrada de diferentes productos hacia las zonas mineras. Con este mismo fin, es decir, el de controlar las vías de paso y de comercio de los posibles bandoleros como en épocas de inestabilidad bélica, probablemente, se relacionaría todo un entramado de fortines de época romana junto a los mencionados poblados fortificados, que se han documentado en el valle del Rumblar (Nocete *et al.* 1987; Lizcano *et al.* 1990) y del Jándula (Pérez *et al.* 1992) (lám. 5).

Por último, apuntar, que quedaría por establecer un estudio más pormenorizado de algunas de las explotaciones y sus asentamientos relacionados de forma que podamos establecer una más fiable correlación y cronología precisa.

BIBLIOGRAFÍA

- **Blázquez Martínez, J.Mª. (1969):** Explotaciones mineras en Hispania durante la República y el Alto Imperio romano. Problemas económicos, sociales y técnicos. *Anuario de Historia Económica y Social.* Madrid, *pp. 9-68.*

- **Blázquez, J.Mª. (1970):** Fuentes literarias griegas y romanas referentes a las explotaciones mineras de la Hispania Romana. *La minería hispana e iberoamericana: contribución a su investigación histórica: Estudios, fuentes, bibliografía. Vol. 1, Ponencias del I Coloquio Internacional sobre Historia de la Minería.* VI Congreso Internacional de Minería, Departamento de Publicaciones. León, pp. 117-150.
- **Blázquez Martínez, J.Mª. (1984):** Cástulo, capital of the mining district of oretania. *Papers Iberian Archeology. Ed. T.F.C. Blagg, R.F.J. Jones y S.J. Keay. II BAR International Series. 193 (II). Oxford, pp. 396-409.*
- **Caride Lorente, C. (1978):** *Historia de las minas del Centenillo.* Madrid, Colegio Oficial de Ingenieros de minas de Levante.
- **Choclán Sabina, C., Martínez de la Torre, P. y Sánchez Navarro, MªC. (1990):** Prospección con sondeo arqueológico en el yacimiento de Fuente Spys - Santana, La Carolina (Jaén). *AAA* 1987, III, *Actividades de urgencias.* Sevilla, pp. 384-389.
- **Contreras Cortés, F. (2000):** *Proyecto Peñalosa. "Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del Piedemonte Meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén".* Arqueología Monográficas, 10, Sevilla.
- **Contreras Cortés, F., Dueñas Molina, J., Jaramillo Justinico, A., Moreno Onorato, A., Arboledas Martínez, L., Campos López, D., García Solano, J.A. y Pérez Sánchez, J.A. (2003):** Prospección arqueometalúrgica en la cuenca alta del río Rumblar. I Anuario Arqueológico de Andalucía 2002. (en prensa).
- **Contreras de la Paz, R. (1960):** Precintos de plomo de las minas romanas de El Centenillo, *Revista Oretania* 6, Linares, pp. 292-293.
- **Contreras de la Paz, R. (1966):** El verdadero sentido de los textos clásicos relativos al Monte de la Plata. *Revista Oretania* Nº 22. Linares, pp. 195-205.
- **Contreras de la Paz, R. (1966):** Arqueología Castulonense. *Revista Oretania,* 22, Linares, p. 226.
- **Corchado Soriano, M. (1969):** Estudio sobre Vías Romanas entre el Tajo y el Guadalquivir. *Archivo Español de Arqueología,* 42. Madrid, pp. 129-158.
- **Davies, O. (1935):** *Roman mines in Europe.* Oxford.
- **Domergue, C. (1971):** El cerro del plomo. Mina El Centenillo. *Noticiario Arqueológico Hispánico,* XVI. Madrid, pp. 267-363.
- **Domergue, C. (1987):** *Catálogo de minas y fundiciones antiguas de la Península Ibérica.* Revista Melanges, Casa de Velázquez, tomo I. Madrid, pp. 255-292.
- **Domergue, CL. (1990):** Les mines de la peninsule iberique dans l´antiquité romaine. CEFR 127, Rome.
- **Domergue, C. (1999):** Cástulo, Ville Miniere D´Hiiapanie. *Homenaje a J. Mª. Blazquez Vol. IV. Hispania Romana I, ed. Jaime Alvar.* Madrid, pp. 139-154.
- **Domergue, C. y Tamain, G. (1971):** Note sur le district minier de Linares-La Carolina (Jaén, Espagne) dans l´Antiquite. *Mélanges de prehistoire, d´Archéolocivilisation et d´Ethnologie, offerts à André Varagnac,* Serpen édit, Paris, pp. 199-229.
- **Fernández Soler, R. (1954):** Reseña histórica de la minería del plomo en la zona de Linares-La Carolina. *Actas conmemorativas de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Minas.* Madrid.
- **García-Bellido, M.P. (1982):** *Las monedas de Cástulo con escritura indígena. Historia numismática de una ciudad minera.* Instituto Antonio Agustín de Numismática del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Departamento de Arqueología y Prehistoria de la Universidad de Salamanca. Barcelona.
- **García Sánchez-Berbel, L. (2000):** *El Centenillo, historia de las explotaciones mineras.* Centro de Estudios sobre nuevas poblaciones, La Carolina.
- **Gossé, G. (1942):** Las minas y el arte minero de España en la antigüedad, *Revista Ampurianas* 4. Barcelona, pp. 43-68.
- **Gutiérrez Guzmán, F. (1999):** *Las minas de Linares:Apuntes históricos.* Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Linares. Linares.
- **Gutiérrez Soler, L.M. (2000):** Fundiciones y explotaciones mineras de época romana en el distrito de Linares (Jaén). En Isabel Rábano (Ed.). *Patrimonio geológico y minero en el marco del Desarrollo Sostenible. Temas Geológicos-Mineros, 31.* Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, pp. 365-377.
- **Gutiérrez Soler, L.M., Royo Encarnación, Mª.A. y Corpas Iglesias, F.A. (1995):** Documentación gráfica de la fundición romana de San Julián (Vilches). *AAA* 1992, III Actividades de Urgencia. Sevilla, pp. 430-436.

- **Gutiérrez, L.M., Bellón, J.P., Barba, V., Alcalá, F., Royo, M.A. y Lisalde, R. (1998):** Procesos históricos de asentamiento y sacralización de un paisaje explotado: Sierra Morena. *Arqueología Espacial*, 19-20. Teruel, pp. 283-294.
- **Gutiérrez, L.M. y Bellón, J.P. (2001):** Les castilletes (habitats miniers fortifiés) de Sierra Morena (Espagne). *Atlas historique des zones minières d'Europe*. Office des publications officielles des Communautés europèennes, Luxembourg.
- **Hill, G.F. y Sandars, H. (1911):** Coins from the neighborngh of roman mine in Southern Spain. *Journal of Roman Studios, I*, pp. 100-106.
- **Hill, G.F. y Sandars, H. (1912):** Notes on a find of Roman Republican Silver coins and of ornaments from the Centenillo mine, Sierra Morena. *Numismatic Chronicle*. Londres, pp. 63-ss.
- **IGME (1977):** Mapa Geológico de España, Linares (905, 19-36), 1:50.000. Segunda Serie.
- **Lizcano Prestel, R., Nocete Calvo, F., Pérez Bareas, F., Contreras Cortés, F. y Sánchez Ruiz, M. (1990):** Prospección arqueológica sistemática en la cuenca alta del río Rumblar. *Anuario Arqueológico de Andalucía II*. 1987. Sevilla, pp. 51-59.
- **Lizcano Prestel, R., Nocete Calvo, F., Pérez Bareas, C., Moya García, S. y Barragán Cerezo, M. (1990):** Prospección arqueológica sistemática en la depresión Linares-Bailén, 1988". *Anuario Arqueológico de Andalucía II*. Sevilla, pp. 96-98.
- **López Payer, M., Soria Lerma, M. y Peña Jiménez, J. (1983):** La minería hispano-romana en el término municipal de Baños de la Encina (Jaén), *Grupo de Estudios Prehistóricos, Serie Monográfica, Nº. III*, La Carolina (Jaén).
- **Mesa y Álvarez, P. (1890):** Memoria sobre la zona minera Linares-La Carolina. *Revista minera, metalurgia y de ingeniería, agosto de 1889 a diciembre de 1890.*
- **Nocete Calvo, F., Sánchez Ruiz, M., Lizacano Prestel, R. y Contreras Cortés, F. (1987):** Prospección arqueológica sistemática en la cuenca baja/media-alta del río Rumblar. *Anuario Arqueológico de Andalucía II*. 1986. Sevilla, pp. 75-78.
- **Pastor Muñoz, M., López Payer, M., Soria Lerma, M. y Carrasco Rus, J. (1981):** Aproximación al estudio de la minería hispano-romana de Jaén y su provincia, *Grupo de Estudios Prehistóricos. Memorias de actividades, II*, pp. 59-80.
- **Pérez, C., Nocete, F., Moya, S., Burgos, A. y Barragán, M. (1992):** Prospección Arqueológica Sistemática de la cuenca del río Jándula. *Anuario Arqueológico de Andalucía*. 1990, II. Sevilla, pp. 99-109.
- **Rivas, S., Alcaraz, F., Peinado, M., Martínez, J.M. y Laredo, M.:** *La vegetación de España*, Colección Aula Abierta, Universidad de Alcalá de Henares, 1987.
- **Ruiz Rodríguez, A. (1978):** Los pueblos Iberos del Alto Guadalquivir. Un análisis de un proceso de transición, *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 3, Granada, pp. 255-284.
- **Sandars, H. (1903):** Note sur le bas-relief des mineurs decouvert près Linares. *Dans R.A. I*, pp. 201-204.
- **Sandars, H. (1905):** The Linares bas-relief and roman, mining operations. *Archaeologia, 59*. Londres, pp. 311-332.
- **Sandars, H. (1921):** Notes on a hoard of Roman denarii found in the Sierra Morena, in the South Spain. *Numismatic Chronicle*. Londres, pp. 179-ss.
- **Sandars, H. (1924):** Apuntes sobre la apellidada "Mina de la Plata" próxima a Baeza, en la provincia de Jaén. *BRAH, Tomo LXXXV*. Madrid, pp. 123-145.
- **Soria Lerma, M. y López Payer, M.G. (1978):** Herramientas inéditas de las minas de El Centenillo (Jaén). *XV C.N.A.* Lugo, pp. 891-898.
- **Tamain, G. (1961):** Los precintos o sellos de plomo del "Cerro del Plomo" de El Centenillo (Jaén). *Revista Oretania. Año III. Nº 8 y 9.* Linares, pp. 104-109.
- **Tamain, G. (1962):** Contribución al estudio de la antigua metalurgia del plomo en España: un crisol para fundir. *Revista Oretania*, Año 4, Nº12. Linares, pp. 277-278.
- **Tamain, G. (1963):** Contribución al estudio de la arqueología hispano-romana en la zona de El Centenillo (Jaén): ¿Casa de un minero hispano-romano? *Revista Oretania* Nº. 13. Linares, pp. 34-36.
- **Tamain, G. (1966):** Las minas antiguas de El Centenillo (Jaén). *Revista Oretania*. Año VIII Nº 23-24. Linares, pp. 285-303.

Tecnología metalúrgica desarrollada en la fabricación de un cáncamo datado en época romana

J.M. Gómez de Salazar, M.I. Barrena y A. Soria
Dpto. de CC. de los Materiales e Ing. Metalúrgica. Facultad de Cc. Químicas. Universidad Complutense de Madrid.
gsalazar@quim.ucm.es - asoria71@yahoo.es

RESUMEN

La metalurgia desarrollada por los romanos en la provincia de Palencia ha sido evaluada mediante el estudio arqueometalúrgico de piezas datadas en esta época y encontradas en la villa romana de "La Olmeda". Esta villa forma parte de un conjunto que enriquece a esta provincia, y la convierte en un núcleo de gran interés turístico y cultural. De los hallazgos presentes en esta villa son de nuestro interés los bienes de naturaleza metálica, centrando el presente trabajo en una pieza excepcional, denominada cáncamo. Los análisis arqueometalúrgicos utilizados en el estudio de estas piezas, permiten simular el procedimiento tecnológico llevado a cabo en la fabricación de las mismas. Los resultados obtenidos mediante las técnicas de caracterización microestructural y mecánica utilizadas, indican el conocimiento por parte de esta cultura de procesos tales como la forja (como procedimiento para conformar y para realizar soldaduras del material), asociados a fenómenos metalúrgicos de recristalización de las microestructuras.

Palabras clave: Arqueometalurgia, Hierro, Microestructura.

ABSTRACT

Archaeometallurgical analyses of spanish artifacts providing an insight into the technologies used in their manufacture. The piece studied is dated in Roman Spanish Era and was founded in "La Olmeda". This village is an archaeological site is located in Palencia (Spain). Their findings have revaled a roman village of some importance. The discovery of luxury objects and mosaics demonstrates this. This paper presents the results of analysis of a iron cancamo. The datas obtained using this microstructural and mecanical characterisation tecniques indicates the forging of iron in the manufacture of this piece.

Key words: *Archaeometallurgy, Iron, Microstructure.*

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

La villa de La Olmeda se encuentra situada en una llanura en la margen derecha del río Carrión, al oeste de la carretera general que une Palencia y Saldaña. Esta villa (Fig. 1) fue excavada cuando apareció una cama de bocado en los trabajos de explanación, realizados por D. Javier Cortes, hacia el año 1968. La moneda hallada indica la pervivencia de la misma desde el siglo I hasta el siglo V d.C.[1].

En la época romana la metalurgia estaba muy desarrollada[2], y se tenían amplios conocimientos en las técnicas de extracción del mineral. Además, la fusión y reducción de este, se realizaba en pequeños hornos donde se introducía el mineral junto con madera y arena, de manera que se daba su fusión y reducción parcial, y se obtenía una pella, que era llevada a un proceso de batida, mediante el cual se conseguían reunir las pequeñas gotas de hierro en un bloque o tocho, al que posteriormente se le daría la forma definitiva[3,4].



Figura 1. La villa de La Olmeda.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El cáncamo es una de las piezas encontradas en la necrópolis de la villa de La Olmeda. Se catalogó dentro del grupo de utillaje doméstico, del catálogo de identificación de hallazgos de la villa[5], ya que se supuso que su utilidad estaba relacionada con el uso cotidiano de los sujetos que habitaron esta villa, tanto en los hogares, como en las cuadras y/o corrales.

Se trata de una pieza larga y de sección cuadrada de dimensiones reflejadas en la tabla I.

DIMENSIONES	MEDIDAS (mm)	
	Pieza	Zona Curvada
Longitud	170	32.18
Anchura	12.9	21.69
Grosor	9.28	7.54

Tabla 1. Dimensiones del cáncamo.

El procedimiento experimental seguido, consiste en una consolidación de la pieza con metacrilato diluido en tolueno, para evitar la pérdida de pátinas y óxidos. La caracterización microestructural se realizó utilizando técnicas radiológicas (equipo de rayos X móvil modelo Phillips MG 161 L) y técnicas de microscopía, tanto ópticas (banco metalográfico de la marca Reichert MeF3A) como electrónicas de barrido (microscopio JEOL JSM-6400 con EDX marca OXFORD). Para ello se utilizaron técnicas convencionales de preparación metalográfica, en las que se han atacado las probetas con Nital al 2% para observarlas microscopicamente. Se realizó también una caracterización mecánica de la pieza utilizando técnicas de medida de dureza con un equipo Akashi AKK-AII.

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL

La radiografía de esta pieza indica una masa metálica homogénea, sin productos de corrosión (Fig. 3). Sin embargo, se muestra el pliegue de soldadura o de unión, entre la punta afilada y la zona curvada.

La caracterización microestructural mediante microscopía de este objeto se realizó en la zona de punta, y en la zona de soldadura (ambas en secciones longitudinales).

En la zona de punta (Fig. 4) las franjas externas (Zona A) aparecen constituidas por masas microestructurales ferríticas con cementita en límite de grano (Fig. 5). La ferrita incrementa su tamaño de grano (Fig. 6), a medida que nos aproximarnos a la punta del objeto (Zona C).

En la zona central de la sección longitudinal (Zona B) se aprecia una microestructura superpuesta (Fig. 7). Las escorias observadas en esta sección de punta, se muestran longitudinalmente dispuestas y como límite o frontera entre láminas microestructuras diferentes (Fig. 8)

En este tipo de microestructuras las escorias, se presentan como puntos preferentes de nucleación y cre-

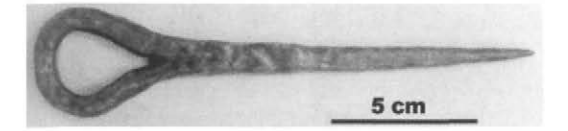


Figura 2. Macrografía del cáncamo.

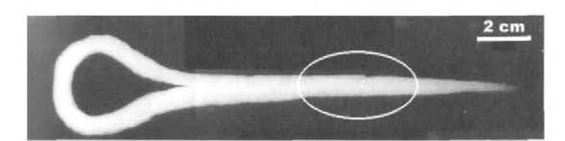


Figura 3. Radiografía longitudinal del cáncamo, donde queda señalado el pliegue de soldadura.

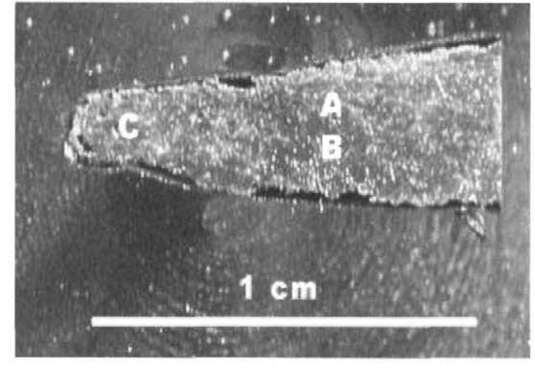


Figura 4. Sección de punta, donde quedan señaladas las zonas de estudio.

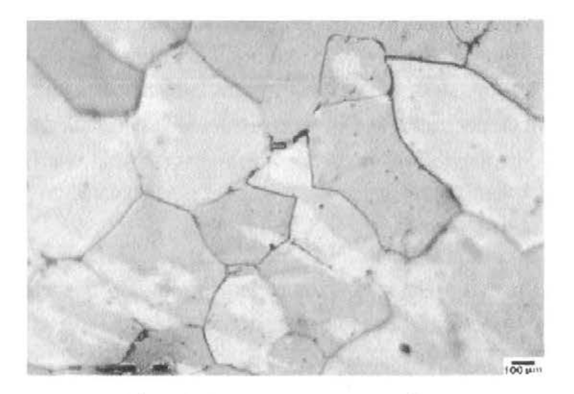


Figura 5. Microestructura de acero ferrítico en zonas externas del cáncamo.



Figura 6. Ferrita de mayor tamaño de grano en la zona de punta de la pieza.

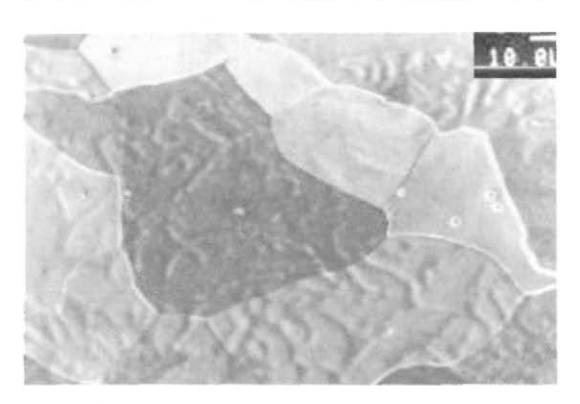


Figura 7. Microestructuras recristalizadas y dispuestas en las zonas B que quedan señaladas en figura 4.

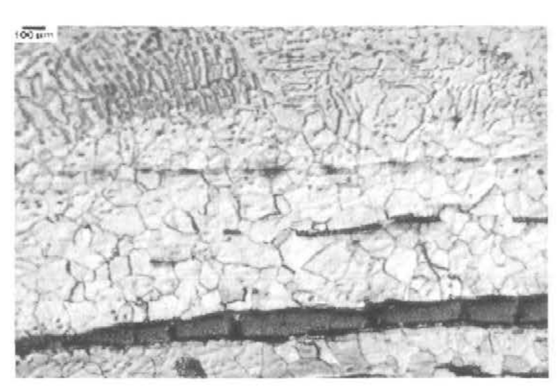


Figura 8. Escorias longitudinalmente dispuestas en la sección de punta de la pieza.

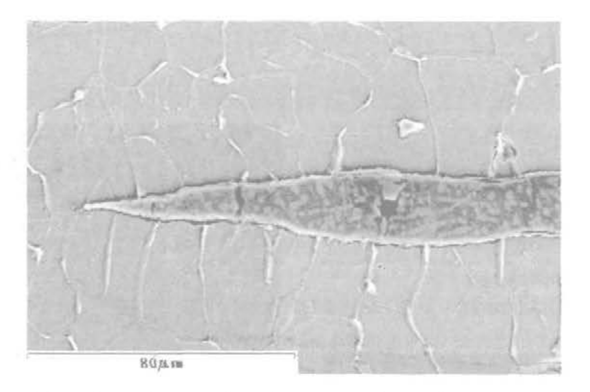


Figura 9. Escoria centro de nucleación y crecimiento de la cementita.

cimiento de la cementita (Fig. 9), además de poder presentar en su interior wustita (FeO) con morfología dendrítica.

La sección de la zona de soldadura (Fig. 10) es prácticamente de matriz ferrítica, tiene un tamaño de grano heterogéneo, y las escorias (con wustita adoptando morfología nodular) quedan longitudinalmente dispuestas (Fig. 11).

La zona de soldadura separa microestructuras diferenciadas por su contenido en carbono, la microestructura ferrítica (común a la presentada en todo el objeto), y otra ferrítico perlítica (Fig. 12), microestructura mayoritaria de la zona de pliegue y de soldadura.

Las escorias presentes en la zona de soldadura están longitudinalmente dispuestas (Fig. 13) y quedan caracterizadas como dendritas de wustita (FeO) sobre una matriz vítrea de fayalita (X-Fe_2SiO_4)(Fig. 14).

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA

La caracterización mecánica de esta pieza mediante análisis de dureza Vickers ha sido realizada tanto en la sección longitudinal, como en una transversal de la zona de soldadura del objeto (Fig. 15).

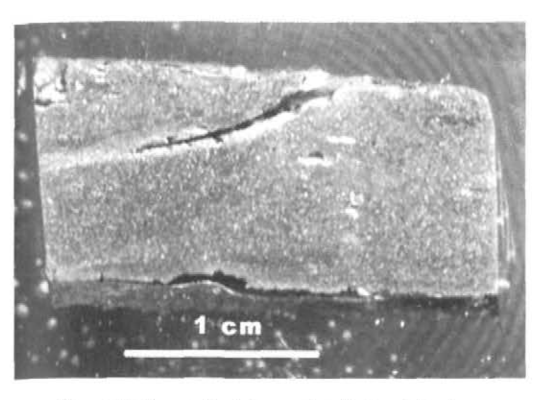


Figura 10. Macrografía de la zona de soldadura de la pieza.

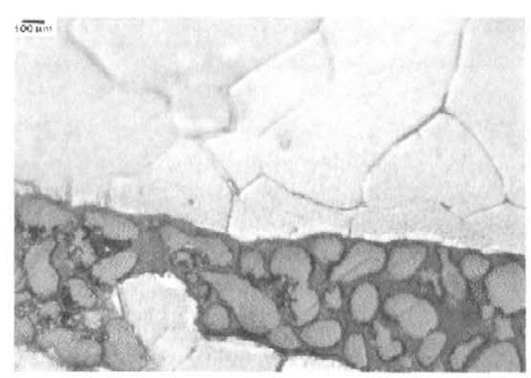


Figura 11. Escoria con wustita nodular.



Figura 12. Microestructura con un ligero incremento del contenido en carbono.

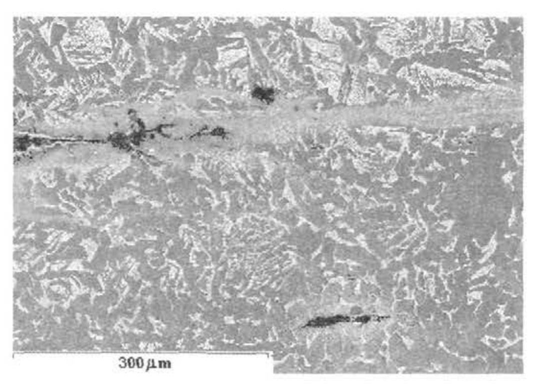


Figura 13. Zona parcialmente soldada.

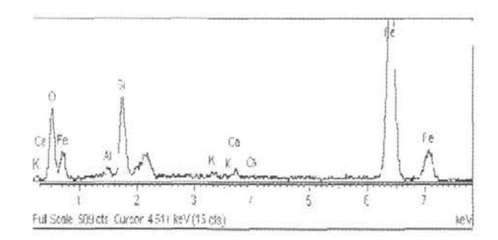


Figura 14. Identificación EDS de los componentes de la escoria.

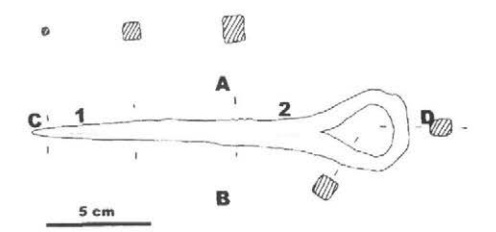


Figura 15. Esquema del objeto.

En la sección transversal, y zona de soldadura, zona denominada AB, se observa un máximo del valor de dureza, que corresponde microestructuralmente a las zonas más carburadas del acero (situadas en las zonas centrales), mientras que los valores mínimos de dureza se corresponden con las microestructuras ferríticas (localizadas en las zonas periféricas de la pieza) (Fig. 16).

En la sección longitudinal, denominada CD, la tendencia general del perfil de dureza, es la de disminuir los valores de dureza al alejarnos de la punta, zona que presenta los valores máximos (Fig. 17).

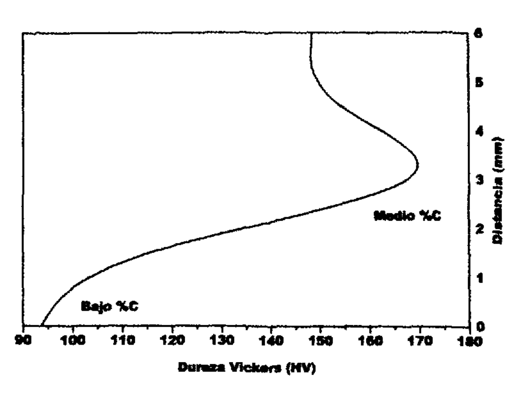


Figura 16. Perfil de durezas de la sección AB de la figura 15.

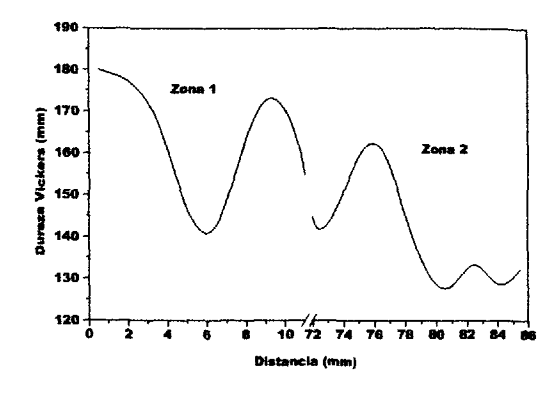


Figura 17. Perfil de durezas de la sección longitudinal CD de la figura 15.

CONCLUSIONES

El procedimiento tecnológico utilizado en la fabricación del cáncamo consistiría en:

- Forjar una barrita de sección cuadrada de acero de bajo contenido en carbono a partir del tocho.
- Curvar uno de sus extremos utilizando como herramienta auxiliar un mandrino.
- Forjar la zona de unión de la pieza para poder soldarla (el pliegue de soldadura o de unión, entre la punta afilada y la zona curvada aparece como consecuencia de esta etapa del proceso de fabricación).
- Afilar el otro extremo de la pieza donde se muestran las microestructuras superpuestas, como consecuencia de un fenómeno de recristalización de la microestructura en esta etapa del proceso de fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

- **Palol, P.:** *La Villa romana de La Olmeda de Pedrosa de la Vega (Palencia)*, Ed. Excma. Diputación provincial de Palencia, Palencia, España, 1993.
- **Pleiner, R.:** *Proc. Coloquio Internacional de Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, vol. I, Madrid, España, Ed. Ministerio de cultura, 1989, pp.137-140.
- **Tesis Doctoral:** Alicia Soria Muñoz. *Estudio arqueometalúrgico de piezas de época romana procedentes de la provincia de Palencia*. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid. 2003.
- **Tylecote, R.F.:** *The early history of metallurgy in Europe*, Ed. Longman, London and New York, UK and USA, 1987.
- **Tylecote, R.F.:** *Furnaces, crucibles and slags, The coming of the Age of Iron*, Ed, New Haven and London Yale University press, London, UK, 1980, pp. 208-221.

La producción de hierro en las Galias del Norte en la época galo-romana

A. Bouthier
UMR. 85-46 (Archéologies d'Orient et d'Occident). Ecole Normale Supérieure.
proto@canoe.ens.fr

RESUMEN

Niveles ferríferos medianamente ricos, pero extensos, los afloramientos jurásicos y los depósitos detríticos terciarios a que dan lugar, forman una aureola alrededor de la Cuenca de París, desde la Baja Bretaña al Oeste hasta Las Ardenas, al Norte. Este nivel fue descubierto y explotado desde la Edad del Hierro en la práctica totalidad de su perímetro. A lo largo de los siglos con la racionalización y con el aumento de la capacidad del proceso y los aparatos de reducción directa del mineral de hierro se fueron acumulando los deshechos, sobre todo con el aumento de la demanda del Imperio. Gigantescas colinas de escorias y de escombros se fueron elevando así, poco a poco, incluyendo a veces hornos más o menos bien conservados y, siempre, vestigios antrópicos dejados por los operarios. Esas colinas de escoriales de todos los tamaños (¡llegando a 20 metros de altura y una extensión de hasta 30 hectáreas!) han sido descritas por los geólogos desde el siglo XIX: Berthier analizó esas escorias desde 1822. Por desgracia esas masas han suscitado la codicia: Primero explotadas para empedrar las rutas, después como balasto para las vías férreas, y al final para cargar los altos hornos debido a su contenido en hierro (65% en forma de fayalita), y a menudo con manganeso.

Su explotación sistemática comienza al principio del siglo XX y prosiguió hasta 1968. Ya no quedan más que modestos vestigios de su extensión original, a excepción de aquellos escoriales situados en zonas inaccesibles o los más pequeños de ellos. En estos últimos años las grandes obras (autopistas A5, A77 y A28) han cortado zonas de ferrerías y con ello importantes excavaciones arqueológicas han mostrado hornos, pozos de extracción de mineral (visibles en foto aérea) pero ningún vestigio de instalaciones de elaboración in situ del hierro salido de los hornos. Así pues, el hierro debía ser exportado en lingotes brutos. Contrariamente a la de la época gala, la economía galo-romana estaba ligada a una producción masiva, siendo para los metales una economía de abundancia y de despilfarro.

Palabras clave: época galo-romana, escoriales, hierro, Norte de Francia.

ABSTRACT

From jurassic and tertiary oxidised ore worked by pits Gallics and then Gallo-romans obtained in furnaces pure iron and important amounts of slags gradually accumulated in great hills reexploited at the beginning of the last century in account of their iron richness. Iron ingots were not forged locally but exported. This corresponds to a plenty economy.

Key words: *Gallo-roman time, Iron, North of France, Slags.*

Les affleurements jurassiques, et les dépôts détritiques tertiaires issus de leur érosion, dessinent une auréole autour du bassin parisien entre la Basse Bretagne à l'ouest et les Ardennes au nord. Or ces couches géologiques affleurantes ou remaniées après avoir subi l'action érosive des agents météorologiques au cours de la fin de l'ère secondaire et au début de l'ère tertiaire ont constitué un niveau ferrifère moyennement riche, mais très étendu. En

Puisaye (Yonne) "Dans les poches d'argile à silex on trouve des grains de magnétite enveloppée de limonite, formant un très bon minerai" (Goujon).

Ce niveau a peut-être été découvert et exploité dès le Hallstatt. Les fouilles récentes, dont il sera plus amplement débattu plus bas, ont montré que l'exploitation de ces gisements de minerai de fer était largement pratiquée à partir de la Tène à peu près sur tout le pourtour de ces auréoles jurassique et sidérolithique.

LES FERRIERS

Ensuite, au fil des siècles, avec la rationalisation et la montée en puissance du procédé et des appareils de réduction directe du minerai de fer, les déchets se sont accumulés, surtout, semble-t-il, pendant l'empire romain, période qui a certainement connu un considérable accroissement de la demande. Le procédé de réduction directe du minerai de fer alors en usage générait en effet une forte proportion de déchets au regard de la quantité de fer métal produite. D'énormes buttes de scories et de débris divers (de fours par exemple) s'édifièrent ainsi progressivement, incluant souvent dans leur masse des fours plus ou moins bien conservés et, de façon constante, des vestiges anthropiques (*tegulæ*, fragments céramiques, etc...) mis au rebut par les ouvriers.

Ces buttes de scories ou "ferriers", constituées de "cressis", étaient de taille extrêmement variée, mais étaient souvent énormes (s'élevant jusqu'à 20 m de haut et occupant plus d'un hectare en atteignant même au maximum 30 ha! Chapat). Elles furent décrites par les géologues depuis le début du XIX[e] siècle; ainsi Berthier (qui a analysé ces scories dès 1822): "il y ... a des tas considérables (de scories) tout auprès de cette petite ville (il s'agit de Saint-Amand-en-Puisaye, Nièvre)" (figure 1) ou d'Archiac: "Çà et là des buttes considérables ou haldes, formées par des amas de scories ou de laitiers, indiquent l'existence, à une époque déjà ancienne, de forges nombreuses et très importantes".

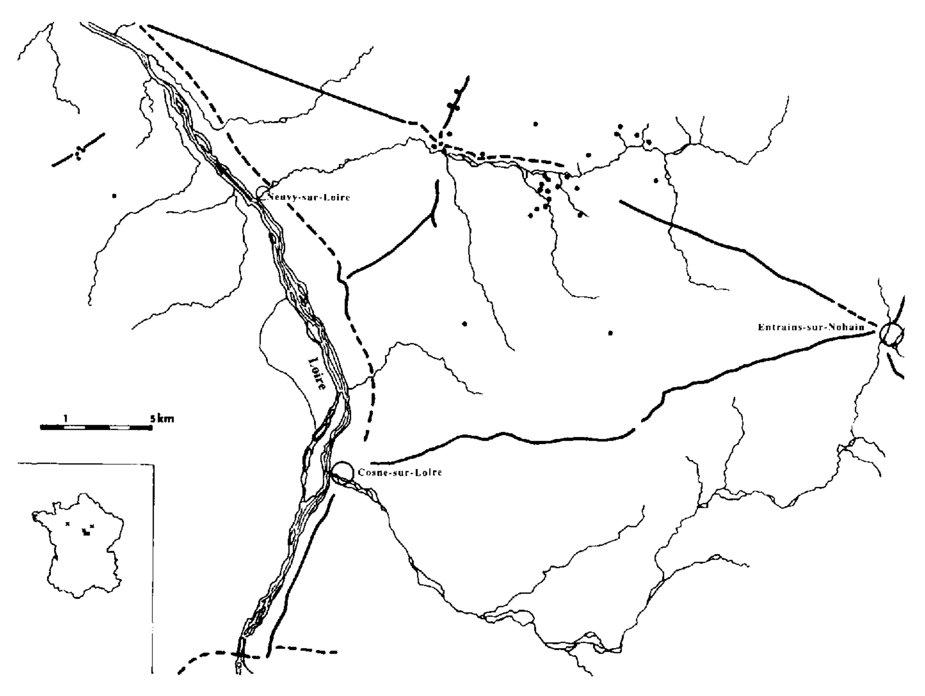


Figure 1. Carte de la zone des ferriers Puisaye / Berry Nord.

Des historiens motivés par l'archéologie nous apportent des précisions complémentaires; Née de la Rochelle: "Il paraît qu'il a existé anciennement dans cette commune (Narcy), comme dans celle de Murlin, des forges à bras, dont la construction et la manoeuvre étaient fort différentes de celles d'à présent. De vieux amas de létiers décomposés par le temps, et que l'on peut cultiver aujourd'hui, attestent cette assertion"; l'abbé Clément: "Saint-Amand devait être alors un établissement romain pour l'exploitation des mines de fer...; il existe dans tous les environs de nombreux et énormes amas de scories provenant de la fonte du minerai de ce métal"; Marlière: "Des ferriers, ou débris d'anciennes forges, attestent qu'à une époque très-reculée, l'industrie du fer avait pris un développement assez considérable dans l'arrondissement de Clamecy. Les anciens produisaient ce métal sans le secours des hauts-fourneaux, des machines et autres inventions nouvelles. Dans les bois qui dominent les collines crayeuses, là où une argile rougeâtre est superposée à la craie, on trouve encore les traces nombreuses, où des forgerons nomades, accompagnés de leurs bûcherons et de leurs charbonniers, travaillaient à l'extraction du minerai, fondaient et forgeaient le fer au milieu des forêts... Les ferriers dont nous parlons sont disséminés sur divers points de l'arrondissement, notamment dans les cantons de Varzy et de Clamecy. Les hommes qui ont produit ces laitiers ou scories travaillaient fort mal, mais ils retiraient au moins la moitié du fer contenu dans le minerai qu'ils exploitaient et changeaient de place à mesure que ce dernier était épuisé et que le bois leur manquait. Le minerai étant à la surface, on l'exploitait en enlevant la couche de terre végétale... On trouve (les minerais) à l'état de fer hydraté, en grains, en petits morceaux, ayant l'aspect de petits cailloux, variant en couleurs, du jaune au rouge et du brun au noirâtre; ils sont rarement enterrés à une grande profondeur et en couches de peu d'étendue"; Chollet: "Au Puits d'Havenas, les scories couvraient le sol sur une étendue de 8 à 10 hectares et formaient plusieurs monticules (quatre entre autres) dont la hauteur variait de 6 à 8 mètres d'élévation sur 30 à 50 ares de surface. Ces ferriers se rapprochent des laitiers proprement dits...". "Aujourd'hui les scories antiques éparses de tous côtés sont activement recherchées par les usines voisines, bientôt elles vont disparaître et il ne restera rien pour dire leur âge et l'histoire de l'industrie dont elles sont les seuls restes" (Davy p.402). Il en dresse ensuite un inventaire exhaustif entre la Loire et la Vilaine, puis en Bretagne.

LEUR RÉEXPLOITATION ET LEUR RARÉFACTION

Malheureusement ces amas ont suscité beaucoup de convoitises: d'abord exploités pour empierrer les routes, dès l'époque romaine semble-t-il, d'où le nom de "chemin ferré", ainsi entre Ballé et Epineux en Mayenne (cité par Daubrée p.308), ou dans l'Yonne ("de nombreux ferriers parfois gros comme des maisons, fournissant du crécy pour l'entretien des chemins" Raulin), et à Beaulieu-sur-Loire où Dumuys "signale ... une voie antique, paraissant se diriger vers Aubigny, laquelle est pavée de plaques si larges de laitier qu'on les dirait coulées sur place".

"L'administration des Ponts & Chaussées a puisé largement dans ces amoncellements pour établir les solides routes noires qu'on rencontre si souvent en Puisaye. C'est ainsi que les ferriers de Briant ont disparu il y a 50 ans et que celui de la Blondellerie a servi à construire la route de Villeneuve-les-Genêts à Sept-Fonds" (Goujon).

Les ferriers servirent ensuite à constituer le ballast des voies de chemins de fer, comme ceux de la Villotte dans l'Yonne (Lethier); "La voie ferrée de Clamecy à Triguères en a pris 180.000 t. sur le territoire de Villiers-Saint-Benoît" (Goujon).

On s'avisa plus tard que leur richesse en fer (autour de 50% sous forme de fayalite), et souvent en manganèse, pouvait justifier leur remploi dans la charge des hauts-fourneaux. Leur exploitation systématique justifia même la création de voies ferrées pour leur transport. Ainsi la ligne de chemin de fer secondaire de Cosne-sur-Loire à Saint-Amand-en-Puisaye dans la Nièvre constitue un cas exemplaire (Bouthier, 2004). Pour emporter la décision les promoteurs de cette ligne ont mis en avant le transport des marchandises pondéreuses et non la desserte voyageurs. Pierre Merlou, député de l'Yonne et Conseiller général du canton de Saint-Sauveur-en-Puisaye, déclarait dans un arti-

cle du "Bourguignon" en 1901: "Le minerai reste enfoui dans le sol, les scories se recouvrent de terre sur l'emplacement des anciens fourneaux; et, pourtant, leur richesse est telle que, en dépit des difficultés matérielles, des industriels belges ont manifesté l'intention de les exploiter et sont, à cet effet, entrés en pourparlers avec les propriétaires". Plus précis, Boyer, Conseiller général du canton de Saint-Amand-en-Puisaye, a développé ces arguments:

- "La Puisaye contient, en effet, des richesses naturelles qui sont loin d'être mises dans leur pleine valeur en raison de l'insuffisance actuelle des moyens de transport.
- "Enfin, il existe une grande quantité de minerai de fer dans le sol de presque toutes les parties de la Puisaye. Ce minerai a été autrefois exploité fructueusement dans les petites forges disséminées sur plusieurs communes. On voit, sur leur emplacement, d'anciens dépôts de scories dont la richesse minière est encore telle que les industriels ont manifesté l'intention de les exploiter et sont entrés en pourparlers avec les propriétaires...
- "La situation actuelle va être prochainement modifiée par la construction du chemin de fer de Cosne à Saint-Amand, qui sera ensuite prolongé jusqu'à Saint-Sauveur. Le minerai de fer s'exploitera de nouveau".

Le premier embranchement industriel de cette ligne va être établi pour le transport des scories gallo-romaines. Pour en montrer l'importance, laissons la parole à Ardouin-Dumazet: "Il règne sur les quais de la petite vitesse une activité surprenante, due au chargement de scories amenées de la Puisaye par le chemin de fer à voie étroite. Mon attention avait été attirée par des wagons portant, au lieu de noms de compagnies, les lettres L.Z.F. et chargées de laitiers. Je crus que ces débris étaient destinés à l'empierrage des routes et m'enquis de leur origine. C'est du crassier de la butte de Saint-Amand-en-Puisaye, me répondit un homme d'équipe; on envoie cela près de Metz, à Hayange.

"Une telle affirmation est bien faite pour surprendre, cependant le fait est vrai. Nos anciennes et célèbres usines de MM. de Wendel, à Hayange, viennent puiser dans les amas de scories de la Nièvre pour mêler celles-ci aux minerais de Lorraine. Et ce n'est pas un médiocre trafic, chaque jour on amène par la petite ligne 120 à 150 tonnes à l'aide du matériel spécial d'un entrepreneur.

Les pentes étant très fortes, on ne peut disposer que de trains de 5 wagons, mais, quotidiennement, il en vient 3. Cette extraction a commencé en décembre 1907 (figure 2); en ce moment elle est en pleine activité, soixante ouvriers, payés de 40 à 45 c l'heure, déblaient une butte ayant 200 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur (figures 3 et 4). Un autre monticule a déjà été rasé.

"Tous les deux jours, un train de la compagnie de Lyon quitte la gare de Cosne se dirigeant vers Metz et Hayange".

Il revient plus loin sur le sujet: "Aux Ligers une poterie borde la route, les vases achevés sont rangés dans la cour. Près de là s'étoile l'embranchement de voies ferrées allant desservir la butte de crassier qui donne lieu à un si grand trafic avec la gare de Cosne". Cet embranchement, construit en juillet 1907, devait donc être situé aux Sables (PK 19,1337) et desservir les buttes des Bureaux exploitées par la société (L.Z.F.?) de Lilliaz qui avait acheté le 17 mai 1907 une parcelle voisine de la gare du tacot à Cours, et y avait installé un transbordeur spécial à moteur à gaz. Les employés de Lillaz avaient été autorisés en septembre 1907 à voyager à leurs risques sur les convois de scories. Le passage répété de ces convois lourds sur les terrains argileux par temps pluvieux détériorait la ligne, d'où surcroît de travail pour les cantonniers de la S.G.C.F.E. L'exploitation semble avoir cessé en février 1909 avec revente de la parcelle à Cosne et remise en état, après dépose de la voie, des terrains parcourus par l'embranchement. Si l'on extrapole à partir des données ci-dessus, ce serait plus de 150000 t de scories que Lilliaz aurait exportées vers la Lorraine occupée pendant ces 18 mois.

Une autre société, Roulina et C[ie], a exploité des buttes de scories situées loin de la ligne, d'abord à Arquian (l'ingénieur Le Guen, qui avait négocié dès décembre 1906 pour le compte de Roulina des achats de scories - 1000 t à la Forge à Saint-Verain, puis 1400 t aux Thorins d'Arquian à partir du 30 avril 1907, demanda en vain le 15 juin 1907 un permis de voyage gratuit sur la ligne pour surveiller le transbordement des scories à Cosne, la S.G.C.F.E. ayant refusé à Roulina de convoyer chaque jour 10 wagons de scories pour former un train complet P.L.M. de 240 t, alors



Figure 2. Embranchement de voies Ferriers construit en juillet 1907.

que Roulina est "le plus fort client de la ligne... (payant) 2206 fr par mois depuis 2 mois"), puis la "butte Poulette" vers Argenoux en 1910-1911 (figures 5 et 6). Ces scories étaient amenées par camion à la gare de Saint-Amand ou à celle de Toucy: selon Goujon "Toucy expédie un train par semaine, soit une moyenne de 40 à 50 t. par jour. 80 ouvriers travaillent au criblage des scories à Tannerre, 30 à Toucy".

Goujon a cherché à quantifier en 1910 pour la seule Puisaye le tonnage des scories encore en place ou déjà exportées: "Le volume, qu'on a exagéré d'ailleurs, est déconcertant (en note "Il y a 25 ans M. Commergnat, de Saint-Fargeau, songeant à exploiter les ferriers, avait estimé à un million de m^3 le volume de ceux de Tannerre, et à 400.000 m^3 le volume de ceux de Mezilles et de Villiers-Saint-Benoît"). Dans l'ensemble, on peut estimer à 200.000 t. le poids des amas situés à l'ouest de l'Ouanne; Toucy, avant l'exploitation des ferriers, pouvait en posséder 400.000 t., Mezilles 100.000 (la carte fig. 53 indique en plus Tannerre 400.000 t., La Villotte 200.000 t.). En dehors de cette région où l'exploitation fut particulièrement intense, on peut citer encore le groupe de Lavau évalué à 400.000 t. aujourd'hui épuisé; celui des Thorins (50.000 t.); celui des Bureaux, en voie d'épuisement (100.000 t.). Près de Saint-Amand la Butte à Poulet en renferme encore 20.000 t.; celle de Montriveau 5000 à 6000 t.. Ce ne sont, bien entendu, que les principaux amas. Autour d'eux on trouve les traces d'un grand nombre de trous d'extraction ... dont les plus profonds n'ont pas plus d'un mêtre".

Commencée donc au début du XX[e] siècle l'exploitation s'est poursuivie jusqu'en 1968, si bien qu'il ne subsiste que de modestes vestiges de l'extension originelle des ferriers, sauf pour ceux situés dans des zones inaccessibles ou trop petits pour que leur exploitation ait pu être rentable. Goudard signale une reprise d'exploitation intensive dans l'Yonne à partir de 1922 et estime que c'est plus de 450 000 t. qui ont été soustraites entre 1925 et 1929. D'ailleurs certains, situés sous couvert forestier en milieu domanial, sont encore utilisés pour recharger les chemins forestiers.

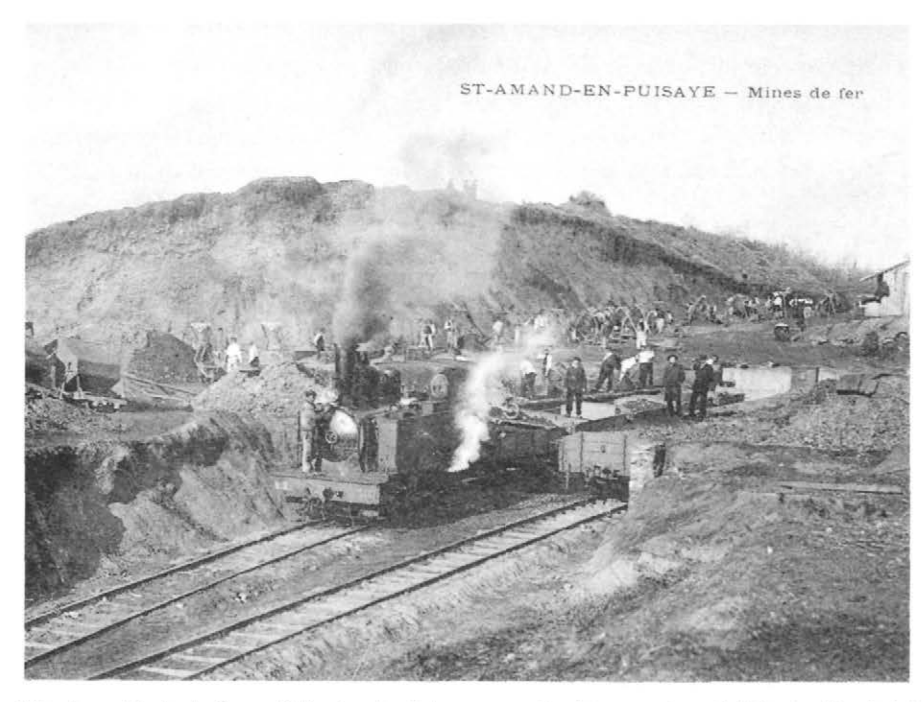


Figure 3. Vue du grand ferrier des Bureaux à Saint-Amand-en-Puisaye en cours d'exploitation par la société Lillaz (voir légende de la carte).

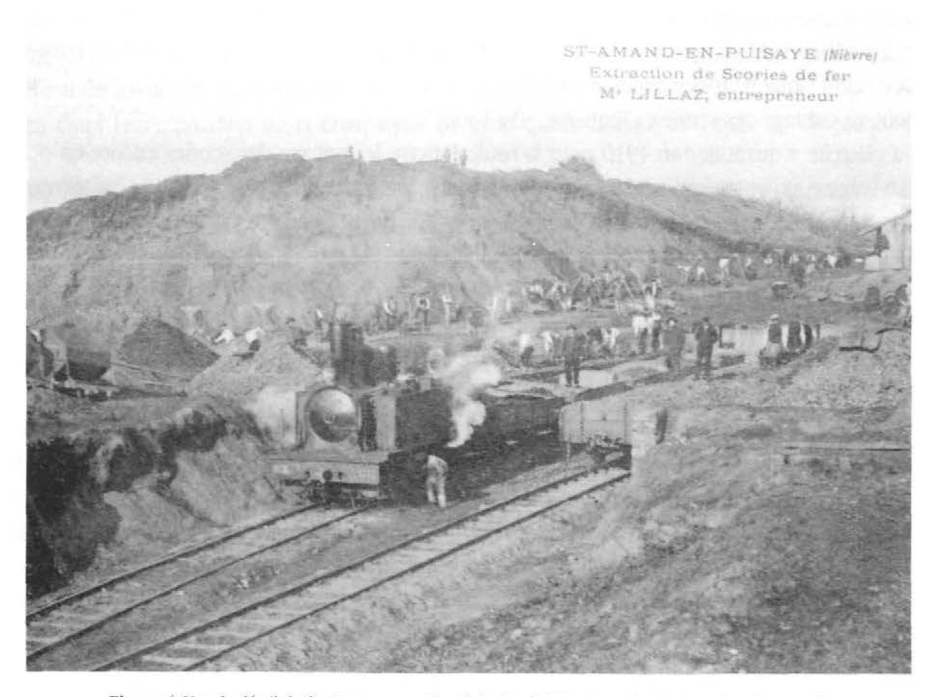


Figure 4. Vue de détail de ferrier en cours d'exploitation à Saint-Amand-en-Puisaye (aux Bureaux?)

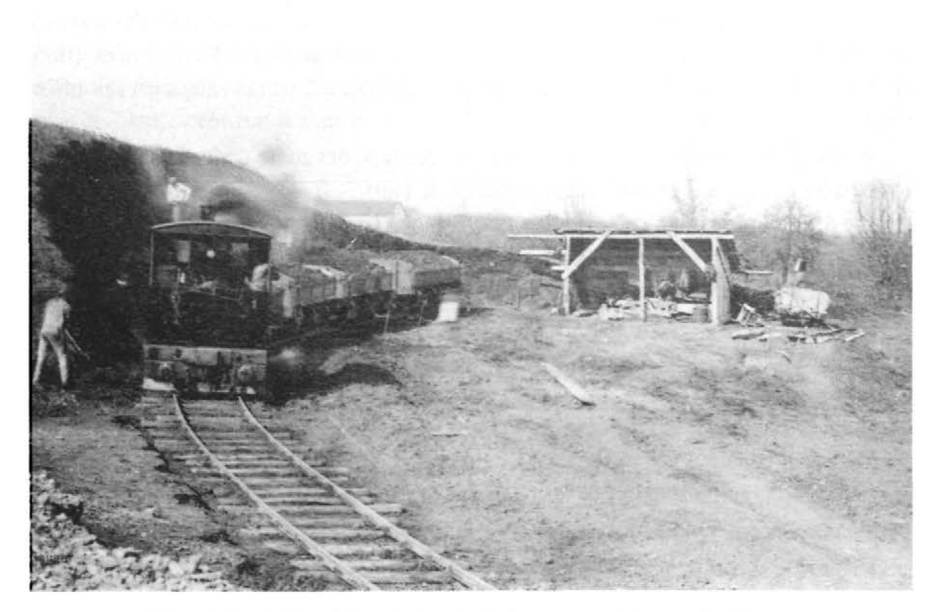


Figure 5. Vue de détail de l'exploitation d'un ferrier en cours à Saint-Amand-en-Puisaye.



Figure 6. Vue de détail de l'exploitation d'un ferrier en cours à Saint-Amand-en-Puisaye.

LES FOUILLES RÉCENTES ET LEURS ENSEIGNEMENTS

Les découvertes fortuites anciennes avaient déjà permis de connaître les mensurations des appareils de réduction directe du minerai de fer usités par les gallo-romains, donc du type four à scorie coulée (Dumuys, Tryon-Montalembert, Chapat, Bouthier *et al.*) d'un diamètre un peu supérieur à 1,80 m ventilés par des tuyères en argile (Bouthier *et al.*).

Ces dernières années les grands travaux autoroutiers ont recoupé des zones de ferriers et ont donné lieu à des fouilles archéologiques qui ont mis en évidence la présence de fours:

- sur l'autoroute A 5 en lisière de la forêt d'Othe aux Clérimois (lieudit "les Fouetteries") en 1994 quinze fours à scorie coulée localisés dans 5 ateliers ont pu être fouillés entièrement ou en partie; agencés par groupes de deux, de grandes dimensions, montrant des traces de réfections et "mettant en œuvre des techniques de réduction sophistiquées, qui comprennent des systèmes de ventilation multiples", ils ont fonctionné entre le I^er^ siècloevant et le II^e^ siècloeprès J.-C. et ils auraient produit environ 12000 t. de déchets et 4000 t. de fer (Dunikowski et Cabboï);
- sur l'autoroute A 77 en Puisaye aux Ferrys près de La Bussière en 1997 trois fours ont été fouillés entièrement; on a pu localiser à proximité des puits d'extraction de minerai;
- sur l'autoroute A 28 autour du Mans en 1997 263 fours ont été recensés; la plupart, qui sont du type four fosse ou à scorie piégée, remontent aux Âges du Fer; les fours à scorie coulée n'ont été retrouvés que sur trois sites (Cabboï et Dunikowski). J'ai pu localiser de tels puits d'extraction de minerai par photo aérienne à proximité immédiate de sites de ferriers exploités aux Thorins d'Arquian (en Puisaye nivernaise) et au Puits d'Havenat (à Beaulieu-sur-Loire, dans le Berry).

LA PRODUCTION DE FER ET SON DEVENIR

L'intérêt des fouilles liées aux grands travaux est leur exhaustivité qui met en évidence l'environnement des structures. Or ces fouilles n'ont révélé aucun vestige d'installations d'élaboration sur place du fer sorti des fours avec scories de forgeage et battitures. Il faut donc admettre que ce fer était exporté sous forme de loupes ou de lingots partiellement épurés. Par exemple le site des Clérimois a dû produire sur 3 siècles (I^er^ avant au II^e^ après J.-C.), environ 4000 t. de fer.

Or, avec une grande approximation, si l'on incrémente le poids de fer métal produit à partir du tonnage des déchets lourds (les scories fayalitiques étant la seule catégorie récupérée après criblage manuel puis mécanisé!) dans un rapport de une partie de fer pour trois de scories, on arrive pour le site documenté plus haut à Saint-Amand à 50000 t. de fer, ce qui, même réparti sur quatre siècles (I^er^ au IV^e^ après J.-C.), excède manifestement, et de beaucoup, les besoins purement locaux. Même si l'économie gallo-romaine ne fonctionnait pas sur les mêmes principes que celle de la période gauloise, où on ne trouve que très peu de métal rejeté ou abandonné sur les sites d'ateliers, comme le montre les bilans établis par Olengo en Limagne, zone, il est vrai, dépourvue de toute ressource en fer.

Si maintenant on élargit l'évaluation en prenant en compte les différentes données concernant les tonnages de scories extraites figurant dans les publications disponibles, on aboutit très vite à des chiffres considérables qui impliquent par ricochet des chiffres tout aussi considérables pour ce qui concerne le fer produit. Et encore, beaucoup de données nous échappent et nous échapperont à jamais avec la destruction des archives de Sidelor qui avait recueilli la succession des établissements de Wendel, le plus important (mais pas le seul) destinataire des scories antiques (Bouthier 1982 et Bouthier *et al.*) Contrairement à la gestion frileuse de la période gauloise, l'économie gallo-

romaine était pour les métaux une économie d'abondance, de production massive avec exportation de produits bruts... et de gaspillage, comme le montre l'énorme quantité de clous non récupérés recueillis sur n'importe quel site fouillé.

Le réseau des voies d'exportation était particulièrement bien adapté à cette fonction, si l'on en juge à la zone Arquian / les Thorins (Nièvre) - Lavau (Yonne) qui était desservi par une voie (figure 1), que l'on peut encore repérer sur plus de 7 km, raccordant la zone de ferriers, donc de production, à la voie latérale à la Loire et à la voie Autun-Orléans.

BIBLIOGRAPHIE

- **d'Archiac (vicomte A.):** "Études sur la formation crétacée des versants sud-ouest, nord et nord-ouest du plateau central de la France", *Mémoires Société géologique de France, 2* (2e série), 1846: 1-148.
- **Ardouin-Dumazet, V.-E.:** *Voyage en France. 1ère série, Morvan, Val de Loire, Sologne. Paris,* Berger-Levrault, 1910, X, 408 p.: 201-202 et 212.
- **Berthier, P.:** "Sur la nature des scories des forges catalanes et des foyers d'affinerie", *Ann. Mines, 7,* 1822: 377-422.
- **Bouthier, A.:** "Données nouvelles sur l'utilisation du minerai de fer dans le nord-ouest de la Nièvre à l'époque gallo-romaine", *Mines et Fonderies Antiques de la Gaule,* Paris, C. N. R. S. éd., 1982: 139-156.
- **Bouthier, A.:** "La ligne Cosne - Saint-Sauveur-en-Puisaye et le tacot Cosne - Saint-Amand", *Actes 6èmes Rencontres d'Histoire de la Métallurgie: Les chemins de fer en Nivernais,* Guérigny, Amis du Vieux Guérigny, 2004.
- **Bouthier, A., Dupéron, J. et Velde, B.:** "La métallurgie du fer à l'époque gallo-romaine dans le nord-ouest de la Nièvre et le nord du Berry", *Cæsarodunum,* XXII, 1987: 252-271.
- **Boyer, A.:** "Lettre à M. Dupré de Saint-Maur, 26 mai 1902", *La Loire Navigable,* (nov. 1904): 19.
- **Cabboï, S. et Dunikowski, C.:** "Au nord du Mans un vaste complexe sidérurgique", *Archéologia, n° 361* (nov. 1999): 46-47.
- **Chapat, F.-P.:** *La Puisaye au temps des ferriers.* Avallon, Ed. de Civry, 1981, 143 p.
- **Chollet, A.:** "Vestiges gallo-romains du canton de Châtillon-sur-Loire. Le Puits d'Havenas, Gannes", *Mém. Soc. archéo. histor. Orléanais,* 28, 1902: 609-632.
- **Clément (abbé):** "Communication", *Congr. archéo. France,* 18e session, Paris, Derache, Caen, Hardel, 1852: 179-183.
- **Daubrée, A.:** "Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule", *Revue archéo., 17* (nelle série), 1868: 298-313.
- **Davy, L.P.:** "Études des scories de forges anciennes éparses sur le sol de l'Anjou, de la Bretagne et de la Mayenne pour servir à l'histoire de la métallurgie", *Bull. Industr. minér., 3* (5e série), 1913: 397-469, 551-579.
- **Dumuys, L.:** "Les fours à réduction du Puits d'Havenat, commune de Châtillon-sur-Loire (Loiret)", *Bull. Soc. archéo. Orléanais,* 11, 1897: 517-521.
- **Dunikowski, C. et Cabboï, S.:** *La sidérurgie chez les Sénons; les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne).* Documents d'Archéologie Française n°51, Paris, Ed. Maison Sci. Homme, 1995, 188 p.
- **Goudard, G.:** "Note sur l'exploitation des gisements de scories de fer dans le département de l'Yonne", *Bull. Soc. archéo. Sens, 38,* 1931-33: 151-182.
- **Goujon, G.:** "La Puisaye", *Rev. Géogr. ann., 5,* 1911: 1-148, p.109 à 117.
- **Lethier, Cl.H.:** "Découvertes archéologiques dans les ferriers de la Villotte", *Bull. Soc. Sci. histor. natur. Yonne, 40* (10 3e sér.), 1886: XV-XVI, XVIII.
- **Mangin, M. sous la direction de:** *Le fer.* Paris, Ed. Errance, coll. "Archéologiques", 2004, 239 p.
- **Marlière, A.:** *Statistique de l'arrondissement de Clamecy, avec notices historiques, agricoles, industrielles...,* Clamecy, Cegretin, 1859, 492 p.
- **Née de la Rochelle, J. Fr.:** *Mémoires pour servir à l'histoire civile, politique et littéraire, à la géographie et à la statistique du département de la Nièvre, et des petites contrées qui en dépendent.* Bourges, Souchois, Paris, Merlin, 1827, I, 422 p.: p. 356.

- **Orengo, L.:** *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne. Fabrication et consommation de produits manufacturés en fer en Gaule à l'Âge du Fer.* Monographies Instrumentum 26, Montagnac, M. Mergoil, 2003, 325 p.
- **Raulin, V. et Leymarie, A.:** *Statistique géologique du département de l'Yonne. Auxerre,* Perriquet et Rouillé, 1858, XVI, 864 p.
- **de Tryon-Montalembert (marquis R.):** "La sidérurgie en Gaule aux époques primitive, gauloise et gallo-romaine jusqu'à la fin de l'Empire romain", *Techniq. Civilis., 4* (6, n°24), 1955: 187-206.
- **Vallois, G.:** "Le fer dans l'Antiquité d'après les scories de la forêt d'Allogny", *Mém. Soc. Antiq. Centre, 11,* 1884 49-124.

Producción metalúrgica en espacios de montaña: la explotación del hierro en el Pallars Sobirá durante la antigüedad

E. Gassiot*, J. Jiménez y A. Picón****
*Department of Anthropology, State University of New York at Binghamton.
ermengol.gassiot@uab.es
**Departament d'Antropologia Social i Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona.
jjimenez@hotmail.com - adampicon@yahoo.es

RESUMEN

Los trabajos recientemente efectuados por nuestro grupo de investigación dentro del proyecto *De la cacera a la transhumància: el poblament prehistòric de l'alta muntanya del Pallars Sobirà*, (De la caza a la trashumancia: la población prehistórica de alta montaña del Pallars Sobirà) han permitido el descubrimiento de diversos yacimientos vinculados con los procesos de extracción del mineral del hierro, de su preparación y de la posterior transformación de éste en metal en las zonas altas de la comarca catalana del Pallars Sobirà. Las diversas dataciones realizadas en elementos estructurales (hornos de tostado) y depósitos de residuos de la reducción directa nos permiten enmarcar estos procesos en el periodo que va del siglo II calANE hasta el final del siglo VII calNE.

Frente al general desconocimiento demostrado por lo que respecta a las zonas altas de los Pirineos meridionales, la comparación de los procesos tecnológicos aquí estudiados con otros modelos y sistemas sincrónicos de la Península Ibérica y Europa occidental nos permitirá continuar avanzando en el conocimiento y posibilitará una mejor definición de los grupos sociales que durante el final del primer milenio antes de nuestra era y hasta el 800 ne. explotaban los recursos minerales de los altos valles pallareses.

Palabras clave: *Antigüedad, Metalurgia, Minería, Pirineos, Protohistoria.*

ABSTRACT

Recent research done inside our project "From Hunting to Transhumance: Prehistoric Settlement at the Highlands of Pallars Sobirà" *has enabled to discover many archaeological sites linked to the exploitation of iron ores, their processing and transformation into metal. All these sites located in highlands of the Catalan region of Pallars Sobirà. The radiocarbon dates proceeding from structures of production (roasting hearths) and direct slag mounds permitted to frame this labour processes in the period comprised between the 2nd century CalBC to the end of the 8th century calAD.*

Until now, the prehistoric and ancient metallurgy highlands of the southern Pyrenees were, in general, unknown. In this paper, the comparison of the technological processes here documented with other synchronic models and systems in Iberia Peninsula and Western Europe will enable us to obtain a better knowledge from the social groups that did exploit the iron ore resources in the high Pallars at the end of the First Millenium BC and until 800 calAD.

Key words: *Antiquity, metallurgy, Mining, Protohistory, Pyrenean.*

INTRODUCCIÓN

A pesar de la general ausencia de datos en zonas montañosas, desde la arqueología es bastante común concebir las poblaciones pretéritas de estos ámbitos geográficos fuertemente orientadas hacia actividades agropecuarias, en muchos casos mayoritariamente ganaderas. Incluso en algunas de las escasas líneas de investigación dirigidas a redu-

cir este déficit empírico, las formas de explotación ganaderas y su evolución diacrónica han constituido el foco central para analizar el cambio histórico[1]. Este hecho es coherente con la visión que tradicionalmente en la arqueología se ha tenido de los artefactos metálicos y sus procesos productivos. En la mayoría de las situaciones en que éstos han sido hallados en contextos arqueológicos, los estudios llevados a cabo han sido fundamentalmente de orden morfométrico, dirigidos a discernir su lugar en seriaciones tipológicas. Sin embargo, el estudio de los procesos productivos inherentes a la existencia de los artefactos metálicos a menudo ha quedado relegada a un segundo plano o, sencillamente, no ha sido objeto de atención más allá de escuetas menciones generales. Ha agravado esta realidad (mucho más marcada en el Estado Español que en la vecina Francia o el Reino Unido, por ejemplo) el que en muchos momentos de la Prehistoria e Historia Antigua una buena parte de los procesos de trabajo metalúrgicos se realizaron fuera de los contextos de asentamiento o habitación, que han recibido la mayor parte del esfuerzo de campo en nuestra disciplina. Como resultado de este círculo vicioso (ausencia de investigación de campo en espacios de alta montaña-ausencia de datos-reafirmación de ciertos apriorismos) la construcción de discursos históricos a partir de la neolitización sobre los paisajes de montaña siguen fundamentándose mayoritariamente en una centralidad económica y social de la ganadería.

Con la finalidad de reducir el vacío de datos arqueológicos existente en el Pirineo occidental catalán, desde el año 2001 se han llevado a cabo diversas campañas de prospección (2) y excavación (1) en zonas altas del Pallars Sobirà (Forés *et al.* 2003, Gassiot *et al.* 2003 y Gassiot *et al.* e.p.). El objetivo de todas estas intervenciones ha sido obtener un corpus de datos diacrónico que permitiera iniciar el estudio del poblamiento de esta zona a partir del conocimiento de las formas productivas para cada período y el análisis de sus procesos de cambio. Uno de los resultados más llamativos de estas investigaciones ha sido el descubrimiento de numerosas evidencias de actividades productivas siderúrgicas, desde la extracción minera hasta los procesos de reducción del hierro, que han sido fechadas entre el s. II calANE y el final del s. VIII calNE. La relevancia de estos datos es aún mayor si se tiene en consideración el vacío general de conocimiento metalúrgico fuera de contextos de poblado para la Prehistoria e Historia Antigua del nordeste peninsular[2].

LA EXPLOTACIÓN DEL HIERRO EN EL PALLARS SOBIRÀ ENTRE LOS SIGLOS II cal ANE Y VIII cal NE

La prospección sistemática de algunas zonas de la mitad norte del Pallars Sobirà ha permitido localizar y documentar una amplia gama de yacimientos arqueológicos de las diferentes fases de la Prehistoria, Antigüedad y Edad Media (Gassiot *et al.* 2003). Entre las evidencias localizadas destacan los restos de explotación de mineralizaciones superficiales de hierro y otros tramos de la producción siderúrgica. Estos yacimientos, aunque están presentes a lo largo del área prospectada, se concentran fundamentalmente en dos zonas, el valle de Baiasca y el Bosque de Virós, en la entrada de la Vallferrera. Después de los elementos vinculados a actividades ganaderas, constituyen el principal componente del registro material pretérito para la zona (e, incluso, el principal para algunas áreas si se incluyen los centenares de carboneras conocidas en algunas partes).

TRAZAS DE EXPLOTACIONES MINERAS ANTERIORES AL S. X NE

Durante las prospecciones arqueológicas realizadas en 2001 y 2002 se han localizado varias explotaciones mine-

[1] Un ejemplo de ello es el proyecto donde se enmarca el presente estudio, titulado *De la caza a la trashumancia: la población prehistórica de alta montaña del Pallars Sobirà.*

[2] Algunos autores incluso han llegado a plantear que en Andorra, donde se conoce una importante actividad metalúrgica en hierro para época moderna, que esta producción era prácticamente inexistente en épocas altomedieval y anteriores (Bosch y Codina 2002; Codina *et al.* 2001).

ras no mencionadas en los archivos y documentación histórica disponible para la comarca (Forés *et al.* 2003, Gassiot *et al.* e.p.). En la mayoría de los casos se trata de pequeñas rasas a cielo abierto, con indicios de galerías laterales de pequeña entidad, que cortan transversalmente afloramientos superficiales de reducidas dimensiones en crestas y carenas y de baja ley (J. Mª. Mata-Perelló com. pers. 2002). La tabla 1 presenta una breve descripción de estas minas.

Yacimiento	Localización y altitud	Descripción	Datación (aprox.)
Plans de Cabanyeres	Valle de Son 1980 m.	Trinchera rectangular de unos 13 m. de largo, colmatada de sedimento, con una pequeña cavidad en un extremo.	Desconocida
Pica de l'Àliga	Valle de Baiasca 1950 m.	Trinchera rectangular de 5,5 x 3,5 m., colmatada de sedimento y con una cavidad en un extremo.	Desconocida
Piqueta-Pi Florit	Valle de Baiasca 2060-2040 m.	3 trincheras rectangulares de entre 15 y 30 m. de largo muy colmatadas. En algunos tramos se aprecian pequeñas cavidades en el perfil de la fosa.	Siglos II-I calANE
Riuposa	Valle de Baiasca 2050 m.	1 fosa con planta de L, de 11 x 6 m. y colmatada de sedimento. Se aprecia una posible cavidad en el perfil.	Siglos I calANE-II calNE
Bony de Castenàs	Valle de Romadriu 2150 m.	1 o varias trincheras de forma indefinida y rellena de bloques de piedra, que se derraman por la vertiente.	Siglos IV-VI calNE
Virós II	Bosque de Virós 1400 m.	1 trinchera rectangular de 10,5 x 4,5 m. que se adosa o penetra a la ladera, sin trazas de galería con vigas de madera y colmatada de sedimento.	Desconocida
Lo Racó Roig	Lladorre 2550-2475 m.	Trazas de al menos 3 zanjas o posibles galerías colmatadas de bloques y escoria de hierro.	Desconocida (¿moderna?)

Tabla 1. Minas localizadas. Se excluyen las 204 minas identificadas en la zona de Virós y claramente asociadas al desarrollo de la *farga* catalana en Vallferrera. Las dataciones que se ofrecen proceden de rasgos asociados (ver más adelante).

En los casos en que se ha podido caracterizar el mineral de hierro explotado, éste se trata de óxidos de hierro, fundamentalmente hematites y en menor proporción goetita, que se encuentran en contextos de pizarras. En todos los casos de Baiasca y Son la ley de estos óxidos es inferior a los explotados en Farrera y Virós. Salvo un fragmento de molino de rueda localizado en Virós II, no se han encontrado objetos muebles en ninguna de las minas, aunque en ningún caso se han realizado excavaciones.

TRAZAS DEL PROCESO DE ENRIQUECIMIENTO O CONCENTRACIÓN DEL MINERAL

La mayoría de los indicios de actividades dirigidas al enriquecimiento del mineral de cara a la posterior reducción se han localizado en zonas altas del valle de Baiasca (Gassiot *et al.* 2003 y Gassiot *et al.* e.p.). Aquí, a escasa distancia de las minas documentadas, se han identificado los restos de dos hornos de tostado de hierro. Ambos consisten en dos estructuras abiertas. El primero de ellos se encuentra a unos 300 m. de la mina de Piqueta-Pi Florit, y es visible en un corte de una antigua pista forestal. La estructura consiste en un pavimento de al menos 1,5 m. de largo en el perfil de losas de pizarra recubierto por una capa de tierra batida y cocida de unos 3 cm. de espesor.

Asociados hay una gran cantidad de fragmentos de carbón y restos de mineral de hierro termoalterado. Un fragmento de carbón ha sido fechado por AMS dando un resultado de 180-50[3] calANE. El segundo horno se ha localizado reaprovechando la parte frontal del túmulo asociado a una cista dolménica en el yacimiento del Dolmen de la Font dels Coms. Al igual que el anterior, se localiza cerca de una mina (a unos 700 m. de la mina de Riuposa). En esta ocasión el horno ha sido excavado en su totalidad en 2003 (Gassiot *et al.* e.p.). La estructura presenta una planta más o menos circular rodeada por los lados norte y sur por pequeños muros en planta de arco de menos de 40 cm. de alzado máximo. Del fondo del horno se han recuperado 8 pavimentos de losas de pizarra totalmente termoalteradas (grandes o pequeñas en función del pavimento) y tierra batida. Junto a los fuertes indicios de acción térmica, todos los pavimentos han quedado impregnados por óxidos de hierro de color entre anaranjado y granate-violeta. Asociados a estos pavimentos así como a las áreas de deposición de residuos del horno (fundamentalmente un gran depósito de carbones en el exterior de la parte frontal del túmulo pero también en los laterales del horno y en el interior de la cámara megalítica) se han recuperado fragmentos de pavimento de tierra cocida y de mineral de hierro tostado. Asociados a algunos pavimentos se han localizado fragmentos de sigiladas (en los superiores) y de cerámica fina ibérica y una importación itálica en los inferiores (Gassiot *et al.* e.p.). La datación AMS de un carbón de encima del tercer pavimento ha proporcionado una fecha de 50-222 calNE[4] y de otro aparecido sobre del séptimo de 47 calANE-76 calNE[5]. Ambos fechados son congruentes con los materiales cerámicos mencionados y, al mismo tiempo, ilustran que el horno estuvo funcionando por un período largo de tiempo, probablemente superior a los 150 años.

Finalmente, en la collada del Cantó, a un 1,2 Km. de la mina de Riuposa y a unos 2 Km. de la de Piqueta-Pi Florit se localizaron 3 cubetas de planta circular, con diámetros de entre 3 y 5 m. y profundidades de 40 a 70 cm. Una pequeña cala en una de ellas permitió recuperar restos de mineral de hierro termoalterado y grandes cantidades de carbón. En definitiva, estos datos ilustran un proceso de explotación de hierro a partir de filones de escasa entidad y recurriendo a la concentración del mineral previo a su reducción que tuvo lugar entre los s. II calANE y II/III calNE. Como se verá seguidamente, destaca también la ausencia de vestigios en todo el valle de la reducción del mineral.

En la Vallfarrera y zonas limítrofes las evidencias de enriquecimiento del mineral son escasas. Este hecho puede explicarse por la difícil detección de los hornos de tostado en superficie. Por otra parte, en algunos yacimientos, como sucede en el escorial de Gall Fer, en Virós, se aprecian amontonamientos de materia prima con aparentes trazas de termoalteración y trituración. Más investigaciones se requieren, no obstante, para concretar este aspecto.

LAS EVIDENCIAS DE LA REDUCCIÓN DEL MINERAL

A diferencia de lo que sucede con el tostado del mineral de hierro, todos los vestigios del proceso de reducción se localizan fuera del valle de Baiasca, en los valles de Vallferrera y Romadriu.

En todos los casos, estas evidencias se han documentado a partir de la localización de amontonamientos de escorias de reducción directa de hierro, carbones y cenizas y, a menudo, fragmentos de paredes o cubiertas de los hornos. Se repite aquí la situación de la zona de la Montaigne Noire de Francia, donde la elevada visibilidad de este tipo de vestigios conlleva, incluso, su sobrerrepresentación en el registro arqueológico (Decombeix *et al.* 2001). La tabla 2 facilita una síntesis de los yacimientos identificados y sus características. Merece la pena destacar que en la mayo-

[3] KIA-20468: 2.100 +/- 20 bp, calibración realizada a partir de la curva INTCAL98 (Stuiver *et al.* 1998) mediante el programa Calib 4.4.1 y con una confianza de .95 (al igual que para las dataciones restantes).

[4] KIA-23141: 1850+/-35 bp.

[5] KIA-23143: 1990+/-30 bp.

Yacimiento	Localización y altitud	Dimensiones en planta	Potencia de los depósitos	Volumen (en m^3)	Datación (aprox.)
Planell de Castenàs	Valle Romadriu 2100 m.	20 x 20 m. (aproximadamente, forma indefinida)	Más de 35-40 cm.	78,6	380-540 calNE[6]
Castell de Colomers	Valle Romadriu 1810-1750 m.	*Posición secundaria en derrumbes*	*Posición secundaria en derrumbes*		Siglo XI ne[7]
El Delmador	Valle Romadriu 2030 m.	12,5 x 11 m. (segmento circular)	10-15 cm.	< 8,5	Desconocida
Bordes de Virós	Bosque Virós 1313 m.	No determinada	35 cm.		Desconocida
Pla de Buiro	Bosque Virós 1400-1390 m.	*Posición secundaria*	*Posición secundaria*		Desconocida
Gall Fer	Bosque Virós 1790 m.	Forma indefinida	Más de 50-55 cm.		680-800 calNE[8]
Meners I	Bosque Virós	35 m. en el corte del perfil (interior indefinido)	90 cm.	433,1	Desconocida
Meners II	Bosque Virós 1390 m.	20 x 7 m. -interior 15 x 4,5 m. -(medio perímetro de una fosa rectangular) + interior fosa	c. 70 cm. exterior c. 15 cm. interior	c. 70 (excluyendo materiales interior fosa)	Desconocida
		9 x 5 m. -interior 5 x 3 m. -(media corona circular) + interior fosa	c. 70 cm. exterior Sin datos en el interior	c. 25-30 (excluyendo materiales interior fosa)	Desconocida
Font de la Canaleta	Bosque Virós 1775 m.	42 m. en el corte del perfil x 18 m. (¿planta original circular?)	52-55 cm.	345,6	134-380 calNE[9]

Tabla 2. Descripción de los escoriales de hierro localizados. Los cálculos de volúmenes son aproximados a partir de la inferencia de la forma original en los casos en que los depósitos han sido cortados por pistas forestales y tienden a representar valores máximos.

ría de los casos en que se han podido visualizar los depósitos, era evidente cierta estratificación interna con pequeñas lenguas de tierra cocida separando los paquetes de carbones y de escorias. Igualmente, en todos los casos los escoriales se localizan en laderas y puntos elevados alejados de caudales de agua que pudieran mover martillos hidráulicos. Este hecho induce a plantear cronologías anteriores a los siglos XI-XIII ne, que en varios casos han sido confirmadas por dataciones AMS y radiocarbónicas de carbones procedentes de los depósitos de escorias.

6 KIA-20467: 1620+/-25 bp.

7 Escorias aparecidas entre los restos de construcciones de un poblado altomedieval datado, por fuentes documentales, en el s. XI y primera mitad del XII (Gassiot *et al.* e.p.).

8 KIA-20465: 1265+/-20 bp.

9 Gif-9434: 1770+/-40 bp. (Davasse 2000: 162-169).

Igualmente, su ubicación casi siempre se realiza en las cercanías de los filones explotados, ya sea antiguamente (Planell de Castenàs y Bordes de Virós) como también en épocas más modernas (en casi todos los casos del Bosque de Virós).

EVIDENCIAS DE TRABAJOS DE FORJA

Hasta la fecha no se han documentado restos arqueológicos que sugieran la existencia de una forja. Este hecho puede deberse a que la mayoría de los yacimientos localizados remiten a actividades que se llevaron a cabo fuera de los asentamientos y a que en los poblados documentados los niveles de derrumbe de construcciones en piedra limitan mucho la visibilidad de otros elementos arqueológicos.

CONCLUSIONES: LA SIDERURGIA PROTOHISTÓRICA Y ANTIGUA EN EL PALLARS EN EL CONTEXTO PENINSULAR Y EUROPEO OCCIDENTAL

El desarrollo de diversas campañas de prospección arqueológica sistemática complementado por excavaciones en extensión ha permitido obtener una visión amplia de la explotación del hierro en la alta montaña del Pallars Sobirà desde el final de la Prehistoria a la alta Edad Media. Las diferentes rasas mineras premodernas documentadas presentan características análogas a múltiples ejemplos de lo que se ha venido denominando ***minería indígena*** en época protohistórica, romano republicana y alto-imperial en diferentes puntos de la Península Ibérica como en el litoral catalán (Álvarez *et al.* 1992, Morer y Rigo 1999, Simón *et al.* 1997) o en el Sistema Ibérico (Martínez y Arenas 1999)[10]. Las minas de Son, Baiasca y Romadriu, que se conservan al no haber sufrido el palimpsesto de explotaciones más modernas (como las de Vallferrera) evidencian el aprovechamiento de filones superficiales y de baja densidad en hierro que, bajo los actuales criterios, no serían considerados rentables. Este es un hecho también remarcado para los ejemplos mencionados y que se asume como válido para otros contextos prerromanos con indicios de siderurgia, como el poblado ibérico de l'Illa d'en Reixach (Rovira 1992). En Vallferrera los escoriales se agrupan mayormente alrededor de los tres filones principales de hierro existentes en el Bosque de Virós. La elevada actividad minera posterior parece haber borrado los vestigios de actividades extractivas precedentes. Sin embargo se puede constatar que las minas situadas en lugares de más difícil acceso, con galerías y pozos de ventilación profundos corresponden a períodos más modernos, a juzgar por la presencia en algunos casos de restos de vigas de madera o de marcas de barrenos de nitroglicerina.

Otro elemento destacable en los ejemplos descritos de actividad siderúrgica anterior a la aplicación de sistemas hidráulicos es la organización de la mayor parte de los procesos de trabajo alrededor de los lugares de extracción del mineral. Este hecho es recurrente en todas las zonas prospectadas y sucede también en otros ámbitos peninsulares (Martín y Adán 2002, Martínez y Arenas 1999, Morer y Rigo 1999, Simón *et al.* 1997) y europeos (Cleere y Clossey 1985, Pleiner 2000). En definitiva, la falta de dependencia con respecto al agua en la producción de hierro conlleva que una buena parte de los talleres y ámbitos productivos se ubiquen fuera de los asentamientos. Más adelante se verá como, para el caso del Pallars, parece que el combustible sí jugó un papel determinante en la localización de estos emplazamientos.

[10] Sin embargo es necesario recordar que en esta misma zona se han localizado minas en galería o con pozos bastante más profundos en donde el trabajo extractivo materializado es mucho mayor, como son los casos de la mina de Valdestrada y la de Masada de l Torreta (Teruel), ambas de cronología ibérica (Martín y Adan 2002).

La organización de la producción en el valle de Baiasca presenta ciertos elementos de interés. Uno es su cronología, que la sitúa al final de la Protohistoria y durante el proceso de romanización de algunos valles pirenaicos cercanos (como el del río Segre) y las estibaciones meridionales del Prepirineo. Otro es la presencia de hornos abiertos asociados a mineral de hierro triturado y termoalterado. Aunque la tostación de mineral fue documentada por los propios autores clásicos (Diodoro, citado por Pleiner: 109), su identificación arqueológica a menudo ha resultado compleja y problemática, especialmente por la reducida visibilidad de los residuos generados y la menor entidad de los hornos, con pocas superestructuras aéreas. Con todo, el horno del Dolmen de la Font dels Coms (y presumiblemente el del Pi Florit) presenta características similares a estructuras con una funcionalidad similar de época romana documentados en Andalucía (García 2003) y el sur de Inglaterra (Cleere y Clossey 1985). Queda por explicar la ausencia de trazas del subsiguiente proceso de reducción que, en cambio, se han mostrado muy visibles en otras zonas de la comarca. Una posible explicación puede encontrarse en el hecho de que el mineral enriquecido fuera objeto de intercambio y que el tramo final de la producción de hierro se desarrollara fuera de esta parte del Pallars (Gassiot *et al.* e.p.). A favor de esta explicación juega la presencia de cerámica importada en el horno excavado y la ausencia de fechas absolutas en toda la comarca para escoriales de reducción de hierro anteriores al s. III calNE. Sin embargo, la explotación de hierro en el valle de Baiasca fue poco intensa en cuanto al volumen producido, hecho que obliga a explicar la modalidad que pudo haber presentado este hipotético intercambio.

Las evidencias de reducción de hierro en Romadriu y, especialmente, en Vallferrera son intensas y se concentran todas entre el s. III y el final del s. VIII calNE. Se trata de una producción siderúrgica que dejó huella también en el registro polínico y paleoatmosférico (Catalán y Pla 1998, Esteban 2004) que, además de un impacto fuerte sobre la cubierta forestal, marca una contaminación atmosférica de metales pesados en los sedimentos de algunos lagos pirenaicos en este período, con un máximo en torno el 600 ne. En todos los casos los escoriales se ubican alejados de los principales cursos fluviales y por debajo del límite superior del bosque. Por otra parte, en numerosos casos se han documentado carboneras en las inmediaciones, de forma similar a otros contextos con fargas no hidráulicas (Cleere i Clossey 1985, Decombeix *et al.* 2001, Dunikowski y Cabboi 2001, Pleiner 2000). Ello plantea el acceso al combustible como el factor dominante en la ubicación de la actividad en esta parte del proceso metalúrgico, hecho lógico si se tiene en cuenta que fácilmente su masa fue similar a la del mineral sometido a reducción y, al ser su volumen muy superior, su transporte debió ser más costoso (Forés *et al.* 2003).

Finalmente, cabe remarcar que el volumen de los escoriales es muy inferior a los 160.000 m^3 del montículo de carbones y escorias de los s. I-III ne de Le Ferrier, en la Montaigne Noire (Decombeix *et al.* 2001). Las menores dimensiones de los escoriales del Pallars, de época tardo-romana y visigótica, puede estar mostrando una producción descentralizada o autónoma con respecto a grandes centros de poder. Sin embargo, no deja de ser notorio su desaparición con la desestructuración de los sistemas estatales con los que los habitantes del Pallars pudieron haber tenido relación, el romano y el visigótico (Gassiot *et al.* e.p.)

BIBLIOGRAFÍA

- **Álvarez, R., Blasco, M., Estrada, A. y Sintas, E. (1992):** *Excavacions arqueològiques al conjunt miner neolític i ibèric tardà del C/ Roger de Flor de Gavà. -Campanya 1991-.* Memòria inèdita d'excavació. Barcelona: Servei d'Arqueologia, Generalitat de Catalunya.
- **Bosch, J.Mª. y Codina, O. (2002):** "Sobre la possible producció de ferro a la vall d'Andorra entre els segles VII-XVI *Primer Simposio sobre la minería y la metalurgia antigua en el sudoeste europeo, Serós 2000.* La Pobla de Segur: UPC/SEDPGYM, pp. 371-378.
- **Catalán, J. y Pla, S. (1998):** "*10.000 anys d'història ambiental al parc*", Portarró, 5: 4-7.
- **Cleere, H. y Crossley, D. (1985):** *The Iron Industry of the Weald.* Leicester: Leicester University Press.

- **Codina, O., Bosch, J.Mª. y Vila, A. (2001):** *La Farga Rossell, el zenit de l'obtenció del ferro pel sistema directe, 1842-1876*, Monografies del Patrimoni Cultural d'Andorra. Andorra la Vella: Ministeri de Cultura.
- **Davasse, B. (2000):** *Fôrets charbonniers et paysans dans les Pyrénées de l'est du moyen âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement.* Toulouse, GEODE.
- **Decombeix, P.M., Fabre, J.M. y Rico, Ch. (2001):** "La sidérurgie dans la Montagne Noire à l'époque romaine. Aspects méthodologiques de la recherche". En *Actes del 6è curs d'Arqueologia d'Andorra 2000. L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX.* Ministeri de Cultura: Andorra la Vella, pp. 161-175.
- **Dunikowski, Ch. y Cabboi, S. (2001):** "L'extraction du mineral de fer, la production du charbon de bois et la réduction du mineral de l'Age du Fer, de la période romaine et du haut moyen Age dans le nord de a France (les examples du site de Clérimois, département de l'Yonne et ensemble des sites de la Sarthe En *Actes del 6è curs d'Arqueologia d'Andorra 2000. L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX.* Ministeri de Cultura: Andorra la Vella, pp. 189-210.
- **Esteban, A. (2003):** "El abetal, el hayedo: de cómo se formaron los actuales pisos de vegetación". En Esteban, A. (Coord.). *La humanización de las altas cuencas de la Garona y las Nogueras (4500 a.C.-1955 d.C.).* Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 50-67.
- **Forés, A., Gassiot, E. y Oltra, J. (2003):** "Mes enllà de la transhumància: mineria i metal·lúrgia antiga a l'alta muntanya del Pallars Sobirà". En Mata-Perelló, J. M. (ed.) *Libro de Actas del Primer Simposio sobre Minería, Metalurgia y Patrimonio en el Área Mediterránea, Bellmunt del Priorat, del 8 al 10 de Noviembre del 2002.* Barcelona: Ajuntament de Bellmunt, SEDPGYM, UPC, pp. 71-82.
- **García, J. (2003):** "Hornos de fundición y fusión empleados en la metalurgia romana en la provincia de Córdoba". *Habis* 34: 201-212.
- **Gassiot, E., Jiménez, J. y Oltra, J. (2003):** "Prospecciones arqueológicas en alta montaña. La zona media y alta del Pallars Sobirà (Lleida, Catalunya) y su relación con manifestaciones arqueológicas más amplias". En Esparza, A. (coord.) 2003. *Encuentro de jóvenes investigadores sobre el Bronce Final y Hierro en la Península Ibérica*, Salamanca: Universidad de Salamanca, pp. 339-361.
- **Gassiot, E., Jiménez, J., Oltra, J., Picón, A. y Verdún, E. e.p.:** "Canvis tecnològics en la producció metal·lúrgica a gran alçada durant la prehistòria final als Pirineus. El cas de l'alt Pallars Sobirà, Lleida". En *Actas del 1st internacional Archaeology Meeting About Prehistoric and Protohistoric Salt Exploitation Cardona, 6-8 de desembre, 2003.* Institut d'Estudis Ceretans.
- **Martín, A. y Adân, F.J. (2002):** "Las minas protohistóricas de mineral de hierro del término municipal de Seno (Teruel)". En Mata-Perelló, J. M. y González, J. R. (coord.). *Primer Simposio sobre la minería y la metalurgia antigua en el sudoeste europeo, Serós 2000.* La Pobla de Segur: UPC/SEDPGYM, pp. 195-200.
- **Martínez, J.P. y Arenas, J.A. (1999):** "La explotación del hierro en el curso alto del río Mesa (Guadalajara) en época celtibérica". En *IV Simposio sobre celtíberos*, vol.II. Madrid: Institución Fernando el Católico, pp. XXXX.
- **Morer, J. y Rigo, A. (1999):** *Memòria de les intervencions arqueològiques en el traçat de l'autopista A-16, tram Sitges-El Vendrell.* Memòria inédita d'excavació. Barcelona: Servei d'Arqueologia, Generalitat de Catalunya.
- **Pleiner, R. (2000):** *Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters.* Praha: Archeologicky Ústav Av Cr.
- **Rovira, M.C. (1992):** "Recursos minerals i producció metal·lúrgica a l'Empordà durant la Protohistoria". *Annals de l'Institut d'Estudis Empurdanesos*, pp. 309-328.
- **Simón, J., Pérez, J.M., Plana, F., Elvira, J., Marsal, M., Titus, F. y Prado, J.M. (1997):** *Estudi arqueomètric de les restes metàl·liques, minerals, escòries i estructures minero-metal·lúrgiques trobades en el jaciment de les Guàrdies (el Vendrell, Baix Penedès).* Memòria inédita d'excavació. Barcelona: Servei d'Arqueologia, Generalitat de Catalunya.
- **Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., v.d. Plicht, J., y Spurk, M. (1998):** *Radiocarbon* 40: 1041-1083.

Minería romana en Aiako Harria

P. Alkaín
ARKEOLAN
arqueologia@arkeolan.com

RESUMEN

Durante el año 2002, se reinician las exploraciones comenzadas en las décadas de los 80 y 90 en el coto minero de Aiako Harria (Gipuzkoa). Los descubrimientos de los últimos años, confirman que no se trata de un área de explotación secundaria y marginal, sino un importante foco de explotación minera asociada a la civitas de Oiasso.

Palabras clave: Aiako Harria-Peña de Aya, Minería romana, Oiasso, Romanización País Vasco.

ABSTRACT

During The year 2002, the exploration of the mining enclosure of Aiako Harria (Gipuzkoa), which had began in 80's and 90's, have been taken up again. The discoveries of the last years confirm that Aiako Harria is not a marginal or secondary working area, but an important center of miner working associated to the civitas of Oiasso.

Key words: *Aiako Harria-Peña de Aya, Basque Country romanization, Oiasso, Roman mining.*

A lo largo de los dos últimos años, un equipo interdisciplinar de profesionales[1] ha venido profundizando en el conocimiento de los valores patrimoniales del Parque Natural de Aiako Harria-Peña de Aya (Gipuzkoa). Los presupuestos de la investigación partían de una serie reducida de testimonios arqueológicos, que probaban la existencia de explotaciones mineras durante época romana.

Estas nuevas investigaciones han permitido comprobar, dentro del capítulo de la minería romana, que los trabajos mineros localizados en el subsuelo alcanzan -a fecha de hoy- la cifra de 2.563 metros de desarrollo, repartiéndose en 50 galerías situadas entre Oiartzun e Irun. Entre ellas, es preciso señalar la localización de una explotación que en sí misma supera el kilómetro de desarrollo: la de Belbio 2 (Irun).

La amplitud en número y extensión de los hallazgos ha permitido, además, modificar la percepción de los especialistas que, de señalar el lugar de forma aislada en el espacio vasco, han pasado a considerar la existencia de un distrito minero vinculado al asentamiento de *Oiasso* (Irun).

Si la minería romana de Aiako Harria ha resultado especialmente revalorizada tras estas investigaciones, hay otras facetas históricas que, también, han conseguido hacerse visibles en este proceso; nos referimos a la confirmación de elementos pertenecientes a unidades de hábitat prehistóricas y a las evidencias de labores mineras a cielo abierto que parecen responder a iniciativas medievales y posmedievales, vinculadas al abastecimiento de las instalaciones siderúrgicas de los alrededores. La minería más reciente, por su parte, ofrece un amplio abanico de manifestaciones materiales que son merecedoras de un tratamiento diferenciado, constituyendo la faceta patrimonial de mayor personalidad en el conjunto.

[1] Centro de Investigaciones Histórico Arqueológicas Arkeolan y Félix Ugarte Elkartea. Estudio y Defensa del Mundo Subterráneo.

ÁREA 4:
MINERÍA Y METALURGIA EN LA EDAD MEDIA

La minería en Al-Andalus

A. Canto García
Universidad Autónoma de Madrid.
alberto.canto@uam.es

RESUMEN

La minería es uno de los trabajos pendientes de la arqueología medieval española. Como tantas otras veces la disociación entre la información de las fuentes históricas y la de la investigación arqueológica es amplia y deberá ser subsanada.

Por otra parte la combinación entre los métodos tradicionales de investigación y la moderna investigación está demostrando cual es el camino a seguir.

Aún así nos encontramos lejos de poder presentar centros de investigación sobre yacimientos mineros medievales como el de Roca San Solvestro (Italia) o Melle, cerca de Poitiers (Francia).

Palabras clave: al-Andalus, Arqueología, España, metales preciosos, minería.

ABSTRACT

The medieval mining is one of the remaining works to do in the medieval and islamic archaelogy in Spain.

Like so times the twin sources of information, historial sources and arhaeological information should be compare to have a real view of the problem.

The links between the traditional studies and the new research projects in mines, mining and technics related give us the next steeps of our work.

But we are very far of the archaeological mining sites like Roca San Silvestro (Italy) or Melle, near Poitiers (France).

Key words: al-Andalus, Archaeology, Spain, mining, precious metals.

El cerro del Toro y la minería de la Kūra de Ilbīra (Granada-Almería)

José M.ª Martín Civantos
Universidad de Granada.
josemaria.martin@civantos.com

RESUMEN

La reactivación de la minería de Granada-Almería en época tardorromana permite que en los ss. VIII-X Ilbira aparezca como un zona minera importante frente a otras regiones productoras como Huelva, Sierra Morena o Cástulo-Linares más importantes, no solo históricamente, sino por sus volúmenes de mineral. En este sentido, la actividad minero-metalúrgica va a desempeñar un interesante papel en los primeros siglos de al-Andalus. Un ejemplo claro puede verse en el Cerro del Toro (Motril, Granada), de donde se extraía la atutía (blenda), desde época emiral al menos. Su inserción en el sistema de poblamiento y la organización del territorio es fundamental para comprender la dinámica histórica de al-Andalus.

Palabras clave: al-Andalus, Arqueología, minería, poblamiento, territorio.

ABSTRACT

The reactivation of mining in Granada-Almería in the late roman period allows Ilbira to appear as an important productive territory in front of other regions like Huelva, Sierra Morena or Cástulo-Linares, traditionally more importants, not only historicly, but also because of their volumes of mineral. In this sense, the mining-metallurgic activity is going to play an important role in the firsts centuries of al-Andalus. A clear example could be the Cerro del Toro (Motril, Granada), were the "atutía" was profited at least from the emiral period. It's insertion in the settlement system and the organization of the territory is essencial to understand the historical dynamic of al-Andalus.

Key words: *al-Andalus, Archaeology, mining, settlement, territory.*

El trabajo que ahora presentamos no es sino una primera aproximación al desarrollo histórico del Sureste de la Península Ibérica en los siglos altomedievales a través del análisis de la actividad minera. El ámbito de estudio es el que se conocerá en época emiral y califal como la Kūra de Ilbīra, que abarca prácticamente las provincias de Granada y Almería[1]. Para ello partimos de la experiencia acumulada en la investigación de nuestra tesis doctoral sobre el Zenete (Granada)[2], comarca situada en la cara Norte de Sierra Nevada, y en la redacción del proyecto de parque geominero del Cerro del Toro, promovido por el Excmo. Ayuntamiento de Motril (Granada). Como advertimos, no se trata de un trabajo finalizado sino todo lo contrario. La complejidad del tema y la necesaria lentitud del ritmo impuesto por la investigación arqueológica, hacen que en buena medida nos limitemos a plantear hipótesis de trabajo futuro.

Sin duda, las provincias de Granada y Almería pueden ser consideradas como una importante región minera a la altura de otras del resto del territorio peninsular. No obstante, su desarrollo a gran escala no se producirá hasta el

[1] Sobre la división administrativa en época andalusí véase JIMÉNEZ MATA, Mª Carmen: *La Granada Islámica*. Granada, 1990.

[2] MARTÍN CIVANTOS, José Mª: *Poblamiento medieval y organización del territorio en el Zenete (Granada)*, en prensa.



Figura 1. Plano de situación de las provincias de Granada y Almería y de los principales lugares mencionados en el texto.

s. XIX y en algunos casos el comienzo del XX[3]. Efectivamente, tendrá lugar entonces lo que se ha llegado a denominar como "fiebre minera", especialmente ligada a la plata, al plomo y al hierro, pero también al cobre e incluso al oro. Esta explosión tendrá lugar en un contexto geológico complejo, el de las Sierras Béticas[4], de cuya estructura y mineralizaciones no hablaremos en esta ocasión.

El desarrollo de la minería y la metalurgia en esta zona será temprano. Sin embargo, a partir de la documentación de la presencia púnica en las costas peninsulares, el centro de la actividad irá basculando claramente hacia el Oeste, hacia Tartessos[5], incluyendo toda Sierra Morena hasta Cástulo (Linares, Jaén), aunque tendrá otro importante hito en el Levante, en Cartagena.

Más claramente puede verse en el Zenete, una zona minera donde el poblamiento ibérico está en relación con la actividad extractiva y metalúrgica[6]. Estos asentamientos se abandonan a finales del s. II a.C. como efecto de la con-

[3] COHEN, Arón: *Minas y mineros de Granada (siglos XIX y XX)*. Granada, 2002 y del mismo para el caso concreto de Alquife: *El Marquesado del Zenete. Tierra de Minas*. Granada, 1987.

[4] RUIZ MONTES, Manuel: "Minas y minería en Andalucía Oriental", en FERRER, M., S.I. y MORA TERUEL, F.: *Minerales de Granada. Sierra Nevada*. Granada, 1991, p. 187 y MOLINA MOLINA, A. y RUIZ MONTES, Manuel: "Las mineralizaciones filonianas del complejo Nevado-Filábride (Cordilleras Béticas, España)", *Boletín Geológico y Minero*, Vol. 104-106 (1993), pp. 21-39.

[5] PÉREZ MACÍAS, Juan Aurelio: *Las minas de Huelva en la Antigüedad*. Huelva, 1998, p. 30.

[6] DOMERGUE, Claude: "Les techniques minières antiques et le De remetallica d'Agricola", *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*. II. Madrid, 1989, pp. 88-94; PÉREZ MACÍAS, Juan Aurelio: *Las minas...*, pp. 207 y ss. y MARTÍN CIVANTOS, José Mª: *Poblamiento...*, en prensa.

quista romana y la introducción de los primeros cambios en el poblamiento. La creación en época cesariana de la colonia de Acci (Guadix), supondrá una reordenación del territorio que afectó de manera definitiva a la actividad minera con el abandono del único yacimiento todavía activo. Estos cambios son parejos al proceso de romanización y vendrían a demostrar el escaso interés que despierta la minería del Zenete para Roma frente a otras regiones hispánicas de mucha mayor importancia. No podemos asegurar sin embargo, que la tradición minera llegara a perderse completamente, sobre todo porque la posterior reactivación de la producción parece ser, especialmente en el caso de la metalurgia, una continuidad de la etapa anterior.

La crisis del s. III d.C. afectará a buena parte de las minas de Hispania. Se abandonarán entonces las explotaciones auríferas del Noroeste. Muchas no sobrevivirán a la primera mitad del s. IV. Desde este momento el volumen de producción caerá de manera espectacular y algunos metales como el oro y el estaño dejarán de beneficiarse. La minería se volverá a circunscribir a la zona Sur de la Península, pero de manera más dispersa y difusa hasta la caída del Imperio[7]. La definitiva crisis de Roma afectará de manera clara a una minería en gran medida dependiente del Estado. Así se explica la práctica paralización en zonas tan importantes como la de Riotinto (Huelva) en el s. V[8].

Curiosamente, este abandono de las grandes explotaciones viene a coincidir con el resurgir de la minería y la metalurgia en el Zenete y en general en toda la cara Norte de Sierra Nevada[9]. Durante la Antigüedad tardía y la Alta Edad Media se producirá una reactivación de la extracción y la metalurgia con el surgimiento en los ss. V-VI de nuevos talleres, algunos junto a las zonas de explotación, pero otros algo más alejados, situados en el llano. Este hecho plantea algunos interrogantes difíciles de responder.

Evidentemente, el carácter de estas explotaciones no es el mismo que el que se desarrollara en época ibérica y no responde tampoco a los sistemas de producción romanos. En un momento de descomposición de las estructuras antiguas, la extracción de mineral y su transformación deberán tener un significado bien distinto. La proliferación de talleres más o menos importantes supone una dispersión de la producción y una aparente falta de control ya sea estatal o particular, ejercido por algún *dominus* o señor. Sin embargo, el tamaño de estas fundiciones excede con toda seguridad las necesidades locales, por lo que una parte del metal debería salir al exterior. Debemos tener en cuenta además, que en Ferreira era hierro lo que se beneficiaba, pero en Jerez y Lanteira se explotarían también el cobre y la plata que estan obviamente destinados al mercado.

Pero la explotación en época tardorromana, como decimos, parece ser en parte una continuación de la tradición anterior. Se seguirán aprovechando las mismas vetas a partir de la infraestructura heredada de época ibérica. Posiblemente los trabajos no se hubieran interrumpido nunca gracias a la acción de los rebuscadores existentes a lo largo de todos los períodos preindustriales. Presumiblemente la extracción se realizaría entonces desde los pozos y galerías ya abiertos, pero siguiendo ahora el filón de manera irregular a través de pequeñas cavidades que intentan aprovechar solamente las masas mineralizadas, sin sistemas de entibación o desagüe. Así ocurre también durante la Alta Edad Media en otras zonas de Europa como la Toscana[10].

Tecnológicamente supone un retroceso importante que, como en otras muchas esferas económicas, no es más que el resultado de la adaptación a las nuevas condiciones sociales creadas con la crisis del Mundo Antiguo. Este sistema de trabajo permite la extracción de cantidades pequeñas de mineral sin necesidad de realizar una inversión ni en trabajo ni en dinero. Sería desarrollado seguramente por campesinos como complemento de la actividad agríco-

[7] DOMERGUE, Claude: *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité Romaine*. Collection de l'École Française de Rome, 127. Roma, 1990, pp. 177 y ss.

[8] PÉREZ MACÍAS, Juan Aurelio: *Las minas...*, p. 32.

[9] Alcázar 01, Tuyina/Faruxa (Jerez del M.), Viñas Bajas 01 (Ferreira), Los Hornillos (Dólar), Cañadillas (Purullena), La Morisma (Valle del Zalabí), Cauzón (Cortes y Graena). MARTÍN CIVANTOS, José Mª: *Poblamiento...*, en prensa y BERTRAND, Maryelle, SÁNCHEZ VICIANA, José R. y ZUBIAUR MARCOS, Juan F.: "Mines et metallurgies médievales de la Sierra Nevada (region de Guadix, prov. de Grenade). Premieres dones", en *Actas de las I Jornadas sobre Minería y tecnología en la Edad Media peninsular (León, 1995)*. León, 1996, pp. 180-197, pp. 182-183.

[10] FRANCOVICH, Riccardo: *Rocca S. Silvestro*. Roma, 1991.

la o ganadera, de manera más o menos organizada o coordinada y sin necesidad de que intervenga ninguna autoridad exterior estatal o señorial.

Esta continuidad aparente se refleja también en la metalurgia. En el examen superficial de los restos de hornos y escorias no hay diferencia aparente entre las técnicas de transformación del mineral en los yacimientos reocupados. Del mismo tipo que los hallados en estos parecen ser los hornos de otras zonas de fundición creadas *ex novo*. De nuevo, a falta de excavaciones sistemáticas resulta imposible profundizar más allá de lo expuesto.

La conquista árabo-beréber no supone una crisis ni un hito en la evolución y organización de la producción que continúa marcada por la proliferación de centros dispersos de mediano tamaño y una atomización de las labores de extracción y transformación del mineral. Continúan ocupados la mayoría de los asentamientos anteriores aunque aparecen otros nuevos[11]. No hay, en principio, un desarrollo tecnológico ni cambios en la producción en época emiral.



Figura 2. Minas de Jerez (Granada). Pozo n.° 19. Sección cuadrada con acanaladura en una de sus esquinas y huellas de trabajo con puntero.

No obstante, la proliferación de centros productores de metal pone de manifiesto el problema de las relaciones entre la población indígena, que ha venido desarrollando esta actividad al menos desde los ss. V-VI, y las gentes venidas desde Oriente y el Magreb a partir del 711. La actividad minera también se verá afectada por el proceso de formación del Estado Islámico. De hecho, el de la metalurgia es un sector estratégico sin el que el propio Estado difi-

[11] MARTÍN CIVANTOS, José Mª: *Poblamiento*..., en prensa y BERTRAND, Maryelle, SÁNCHEZ VICIANA, José R. y ZUBIAUR MARCOS, Juan F.: "Mines...", pp. 182-183.

cilmente puede subsistir: La moneda y el ejército son dos pilares fundamentales basados en los metales. Es por ello que los emires tratarán de controlar esta actividad desde una época muy temprana.

En este sentido creemos que debe de interpretarse el *aman* o carta de seguro concedida a los *dimmíes* de Ilbīra en el año 758 por 'Abd al-Raḥmān I, por causa de la ayuda prestada por estos al anterior emir Yūsuf al-Fihrī. Según este documento ellos se comprometían a mantener la seguridad y la paz y a pagar "anualmente diez mil onzas de oro, diez mil libras de plata, diez mil de los mejores caballos y otro tanto de mulas, con diez mil armaduras, mil cascos de hierro y mil lanzas, todo esto para un periodo de cinco años"[12]. A nuestro juicio, este nuevo pacto es un temprano intento de controlar o fiscalizar la producción minera y metalúrgica de la cora, que en el Zenete está dispersa y en parte asociada a los asentamientos de altura. Durante los gobiernos de al-Ḥakam I y Abd al-Raḥmān II (796-852) el Estado ingresará "procedente de las minas" de Ilbīra 42.000 dinares[13]. Sin duda es una cantidad nada despreciable que muestra el interés de controlar este sector.

Sobre el caso concreto de Ilbīra, además de los testimonios anteriores contamos con la descripción del geógrafo e historiador al-Rāzī (888-955), que destaca la riqueza minera de esta región donde, según el, "...ay venero de oro e de plata e de plomo e de cobre e de fierro. E en su termino ay un logar que llaman Salonbino, e ay alli el venero del atutia, aquella que llaman albaçete, e el venero ha nombre Paten e viua"[14].

La cora de Ilbīra se configura así, entre los ss. VIII-X, como un centro productor importante. Esta situación resulta extremadamente llamativa y significativa si la comparamos con la de épocas anteriores de mayor "esplendor" de la minería en la Península Ibérica. Como decimos, la estructura productiva minera en época tardorromana y altomedieval no es sino reflejo y una consecuencia de la propia crisis y desestructuración del Imperio Romano. Sólo así se entiende el "abandono" de zonas tradicionalmente importantes en su producción y el resurgimiento de otros territorios que desde la conquista romana habían pasado a ocupar un lugar muy secundario o simplemente habían sido abandonados. Esta estructura estará caracterizada especialmente por una atomización y dispersión de la producción.

Dejando de lado las primeras menciones, nos interesa ahora centrarnos en la referencia a la existencia de un yacimiento de atutia cercano a Salonbino (Salobreña, Granada), que lleva por nombre Paten e viua[15]. La interpretación de las versiones de los distintos manuscritos ha dejado claro que, efectivamente, se trata de la alquería de Baṭarna, en el alfoz de la ciudad de Salobreña. Baṭarna fue identificada con el importante yacimiento de El Maraute (Torre Nueva, Motril), ocupado desde mediados del s. X hasta comienzos del XII, y que ha sido objeto de varias excavaciones de urgencia desde el año 1986[16]. El mineral al que se refiere la crónica, la atutía, es una castellanización del árabe *al-tūtiyā*, cuya traducción más usual es la de zinc. La mención de al-Bakrī es quizás más explícita. Afirma este autor del s. XI que "los minerales de zinc de calidad se dan en la costa de Elvira, en la población llamada Paterna

[12] IBN AL-JAṬĪB: *Al-Iḥāṭa*, cita de LÉVI-PROVENÇAL, E: "España musulmana", en MENÉNDEZ PIDAL, R. (dir.): *Historia de España*, T. IV. Madrid, 1950, p. 70. 10.000 onzas equivalen a 276,5 kg y 10.000 libras a unos 4.500 kg según VALLVÉ BERMEJO, Joaquín: "La minería en al-Andalus", en *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular. León 1995*. Madrid, 1996, pp. 56-64.

[13] AL-'UḎRĪ: *Nūsus 'an al-Andalus min kitāb Tarsī ' al-ajbār...* trad. parcial SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Manuel: "La cora de Ilbīra (Granada y Almería) en los siglos X y XI, según al-'Uḏri", en *Cuadernos de Historia del Islam*, VII (1975-1976), pp. 5-82, pp. 67-68.

[14] AL-RĀZĪ: *Ajbār mulūk al-Andalus.* Trad. de CATALÁN, Diego y DE ANDRÉS, M. Soledad: *Crónica del Moro Rasis. Versión del ajbār mūluk al-Andalus de Aḥinad ibn Muḥammad ibn Musà al-Rāzī, 889-995; romanzada para el rey don Dionís de Portugal hacia 1300 por Mahomad, alarife, y Gil Pérez, clérigo de don Perianes Porçel.* Madrid, 1974, p. 28. En las tres versiones de los documentos conservados se repite prácticamente la misma referencia. Ver tambían LÉVI-PROVENÇAL, E: "La "Description de l'Espagne" d'Aḥinad al-Rāzī. Essai de reconstitution de l'original arabe et traduction française", *Al-Andalus*, XVIII (1953), p. 67.

[15] Las diferentes versiones del manuscrito difieren en la grafía y el lugar también es denominado como Patera viva.

[16] GÓMEZ BECERRA, Antonio: *El Maraute (Motril). Un asentamiento medieval en la Costa de Granada.* Motril, 1992; del mismo: *El poblamiento altomedieval en la Costa de Granada.* Granada, 1998, pp. 208-226; del mismo, MALPICA CUELLO, Antonio y MARÍN DÍAZ, Nicolás: "El yacimiento medieval de El Maraute (Torrenueva, Motril, Granada", *Anuario Arqueológico de Andalucía, 1986*, vol. III. Sevilla, 1987, pp. 139-146; del mismo y Antonio MALPICA CUELLO: "Excavaciones de urgencia en el yacimiento de El Maraute (Motril, Granada). Campaña de 1995". *Anuario Arqueológico de Andalucía/1995.* Sevilla, 1999, tomo III, pp. 191-199 y RODRÍGUEZ AGUILERA, Ángel y BORDES GARCÍA, Sonia: "Excavación arqueológica de urgencia en el Maraute (Torrenueva, Granada)", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1998*, vol. III. Sevilla, 2000, pp. 312.320.

("Baṭarna"); es el zinc más puro y más fuerte en la manufactura del cobre. Los montes de Córdoba tienen zinc, que no es como el de Paterna". Este yacimiento minero es citado también por al-Idrīsī (s. XII), al-Yāqūt (ss. XII-XIII), Ibn Gālib y al-Himyārī (s. XIV). El zinc, como dice al-Bakrī, se empleaba fundamentalmente en aleación con el cobre para la fabricación del latón, del árabe *lātūn*[17].

En las cercanías de este asentamiento se encuentran, efectivamente, las minas del Cerro del Toro[18], donde se beneficiaba la blenda o esfalerita, la principal mena de zinc. Se localiza en las estribaciones occidentales de la Sierra del Jaral, al Norte de Motril (Granada) y próximo a su área urbana. Es un promontorio de forma prácticamente cónica, con laderas bastante pronunciadas en todo su contorno, salvo por el Este, donde se desarrolla una gran pared rocosa sobre el barranco de las Provincias. Además del cerro propiamente dicho, destaca un saliente situado al Sureste formando una pequeña meseta alargada. Aunque su perfil sobresale dentro del horizonte montañoso que bordea la parte central de la vega de Motril, su altitud, 318 m sobre el nivel del mar, se sitúa por debajo de otras cumbres cercanas más septentrionales. Está rodeado por varios cursos de agua que desembocan en la misma ciudad, destacando el barranco de las Provincias al Este.



Figura 3. Cerro del Toro (Motril, Granada). Vista desde el Sur. En la parte superior puede verse la cantera a cielo abierto. Hacia el Este y descendiendo hacia el barranco se abren diversas bocas de mina.

[17] AL-IDRĪSĪ: *Nuzhat al-Muštaq*. Trad. AA.VV.: *Geografía de España*. Valencia, 1974, p. 92; AL-YĀQŪT AL-HAMAWĪ: *Mu'yam al-buldān*. Trad. parcial 'ABD AL-KARĪM, Gamal: "La España musulmana en la obra de Yāqūt (ss. XII-XIII)", *Cuadernos de Historia del Islam*, VI (1974), p. 82; VALLVÉ BERMEJO, Joaquin: "Una descripción de España de Ibn Galib", *Anuario de Filología de la Universidad de Barcelona*, I (1975), pp. 369-384, p. 372; AL-HIMYĀRĪ: *Kitāb rawd al-mi'tār fī jabar al-aqtār*. Trad. MAESTRO GONZÁLEZ, Mª Pilar. Valencia, 1963; Ed. y trad. LÉVI-PROVENÇAL, E.: *La Péninsule Iberique au Moyen Âge d'après le "Kitāb al-rawd al-Mi'tār fī Habar al-Aktār"*. Leyden, 1938, pp. 136-137; AL-BAKRĪ: *Kitāb al-masālik wa-l-mamālik*. Trad. VIDAL BELTRÁN, E.: *Geografía de España*. Zaragoza, 1982, p. 39.

[18] Una descripción del yacimiento en GÓMEZ BECERRA, Antonio: *El Poblamiento*..., pp. 2002-206.

El acceso a este cerro se puede realizar a través de un camino que parte del antiguo trazado de la carretera N-323, nada más dejar las últimas edificaciones de Motril, que lleva hasta el Cortijo de la Nacla y desemboca en la carretera del canal de la cota 100. El paisaje de su entorno está marcado por el contacto entre un conjunto de montañas configurado por las alineaciones occidentales de la Sierra del Jaral y la llanura de Motril. Desde un punto de vista litológico destaca el predominio de materiales silíceos, abundando las filitas y cuarcitas en el área que se desarrolla al Norte y Este, mientras que el macizo montañoso que cierra la vega hacia el Oeste, incluyendo el cercano Cerro Gordo, constituye un dominio casi absoluto de los esquistos. La zona de la vega, por su parte, está formada por depósitos de gravas y arenas cuaternarias. No obstante, el medio de montaña no es homogéneo, siendo posible observar importantes intercalaciones de calizas y dolomías que emergen a la superficie. Dejando aparte algunas otras situadas al interior, en la zona de contacto con el macizo la Sierra de Lújar, la masa calcárea más importante se localiza precisamente en el mismo Cerro del Toro y en el Cerro de Las Provincias. Este hecho es de una especial relevancia, pues se trata de zonas de mineralización, donde destaca la presencia de galena y blenda[19].

En la actualidad el entorno se encuentra enormemente transformado. Sobresalen especialmente los efectos de los invernaderos, que se extienden por toda la parte baja y que han provocado importantes desmontes. Pero también comienza a sentirse el empuje urbanístico de Motril, especialmente alrededor del Cortijo de La Nacla. Este paisaje contrasta con la gran superficie de bosque de pinos repoblados en la zona montañosa situada al Norte. El propio cerro se vio alterado por la actividad minera con la apertura de una corta a cielo abierto que fue abandonada a mediados de 1979. Estaba dedicada a la extracción de los mencionados minerales, principalmente la blenda. La transformación de la zona inferior de la ladera ha consistido en la realización de varios cortes transversales, seguramente destinados a facilitar el acceso de maquinaria pesada a la mina, pero también con motivo de la repoblación forestal.

La explotación moderna del yacimiento tuvo lugar en los años 70 a través de la concesión denominada Pepita. En este período se desarrolló un laboreo fundamentalmente de interior en dos niveles diferentes (Pepita 1 a 196 m y Pepita 2 a 157 m), que atacaban la zona mineralizada a través de dos galerías practicadas en la vertiente Sur del cerro. Pero como decimos, también se abrió una cantera en la parte superior, que seguramente beneficiaba la parte superficial de la zona mineralizada tal y como puede apreciarse en el esquema geológico. Posiblemente sea esta la última fase de los trabajos, aprovechando ya la presencia de la maquinaria pesada y con la expectativa de abaratar costes frente a la explotación subterránea. Los estratos mineralizados de dolomías se atacaban desde la parte alta agotándolos, con la posibilidad además de aprovechar los estériles como grava. Los trabajos, no obstante, cesaron.

Es aquí precisamente donde se localizan labores de extracción más antiguas. Aquí el mineral debía aflorar en superficie, lo que propiciaría en primer lugar su reconocimiento y, después, la primera explotación. No podemos en cambio determinar si la primera fase de los trabajos se realizaría a cielo abierto para luego profundizar mediante pozos y galerías subterráneas.

En cualquier caso es esta, la parte superior, la de más compleja interpretación. La corta a cielo abierto ha roto parte de estas labores antiguas. No obstante, aún son visibles algunas bocas de mina, alguna de ellas no demasiado afectada. Desde el interior de Pepita 1 también es visible alguna zona de explotación que pudiera ser antigua. Se trata de algunos restos de galerías de forma irregular situados en la zona bajo la misma cantera y que han quedado colgados en una gran cámara de explotación que tiene salida por el lado Este del cerro. El nivel de Pepita 1 es mucho más bajo, pero seguramente en este punto se localizara una gran masa mineralizada que ascendía hasta la cota de las explotaciones anteriores. Estas labores se representan en uno de los perfiles de la explotación conservados a la cota

[19] HIGUERAS, P.; FENOLL HACH-ALI, P. y RODRÍGUEZ GORDILLO, J.: "Geología, mineralogía y génesis del yacimiento de Pb-Zn del Cerro del Toro (Motril, Granada)", *Tecniterrae*, VIII-44 (1981), pp. 65-76.

246 m. Sin embargo el plano no tiene fecha. De hecho, parece tratarse de la representación de una fase todavía temprana de la explotación porque en ella se reflejan los sondeos realizados a lo largo de la galería principal pero que aún no habían extraído mineral y se proyectaba la creación de un plano inclinado que descendía hasta la cota 100 que no llegó a realizarse. Tampoco podemos descartar que en época contemporánea se realizara una primera explotación, tal vez de modo prospectivo, en la parte más elevada. No obstante, esta posibilidad podría resultar más complicada teniendo en cuenta las dificultades de acceso a la zona alta para el transporte de la maquinaria y la evacuación del mineral y los estériles. Es este seguramente el motivo por el que las labores se emprendieron primero desde la cota 196 y posteriormente incluso desde un nivel más bajo, el 157. De hecho, como acabamos de decir, el mineral de la parte más alta se atacó desde abajo, dejando colgadas en el techo de una de las cámaras las labores anteriores y además, en el mencionado perfil, las galerías de la cota 246 se representan con línea discontinua, lo cual podría querer indicar que ya estaban en desuso o que, sencillamente, eran antiguas.

En algunos lugares pueden apreciarse las huellas de trabajo con punteros, pero este extremo no se podrá comprobar hasta que no se realicen las tareas de acondicionamiento de la mina para el parque, ya que su estudio requiere unas medidas de seguridad adicionales. A nuestro juicio, serían estas las labores que deberíamos identificar como medievales. Si bien no todas necesariamente han de serlo, es probable que así sea debido a las especiales características del zinc que a continuación veremos. En cualquier caso estas no llegaron a alcanzar nunca la cota 196, la de la Pepita 1, al menos hasta donde hemos podido comprobar o hasta donde se han conservado los restos.

En la cima del cerro, un reducido espacio de forma elíptica con apenas 90 m de longitud máxima en su eje Norte-Sur, se localizaron varios restos cerámicos de época altomedieval[20]. No se han encontrado sin embargo, por el momento, estructuras constructivas que se puedan adscribir a la ocupación medieval de este lugar. Tanto por sus dimensiones como por lo escarpado del lugar no creemos que se trate de un espacio de asentamiento estable. Por su situación podría pensarse que está en clara relación con la actividad minera y su cronología coincide además con la del período de explotación documentado en los textos. Sin embargo también podría haber servido como lugar de refugio en algún momento, especialmente durante la *fitna* del s. IX.

A pesar de lo fragmentario de la cerámica, algunas piezas pueden ser datadas con mayor seguridad. Se trata de una marmita hecha a mano, de cocción reductora en el interior y roja en el exterior, con abundante desgrasante grueso de mica y un mamelón horizontal para asirla. Aunque su cronología es amplia, es seguro que se trata de una pieza altomedieval cuya pervivencia se prolonga hasta el s. X. Más ajustadas son las fechas de otra marmita (ss. IX-XI) a torno, de pasta rojiza y desgrasante medio de mica y cuarzo, con engobe en el interior y el exterior. El borde está ligeramente exvasado y el labio es redondo. Otra pieza de igual cronología es un anafe fabricado a torneta, de cocción reductora en el interior y oxidante en el exterior, con abundante desgrasante grueso de mica y cuarzo. Las paredes son rectas y exvasadas y el borde engrosado para el apoyo de las piezas de cocina.

Además de estos se han localizado otros fragmentos de forma y cronología más incierta, pero que podrían encajar sin problemas en el período referido. Se trata de dos fragmentos de base plana con paredes rectas exvasadas, realizados a torno o torneta, de cocción reductora en el interior y oxidante en el exterior y desgrasante grueso de mica y cuarzo. Por último, una base de posible fecha tardorromana, realizada a torno con una pasta de color pardo, y el hallazgo de un ejemplar perteneciente a una tinaja con decoración estampillada, es decir, posterior al s. XII, abren la posibilidad de un abanico cronológico más amplio, más allá del fijado para la ocupación de la alquería de Baṭarna.

Efectivamente, las excavaciones realizadas en el Maraute (Torrenueva, Motril, Granada) han mostrado una ocupación de la alquería de Batarna fechada entre los ss. X y XI, aunque se detecta un primer asentamiento de época emiral (s. IX). El abandono se produce a partir del s. XI, prolongándose durante la centuria siguiente. Aparentemente

[20] Ver también GÓMEZ BECERRA, Antonio: *Poblamiento...*, pp. 203-206.

no hay continuidad entre el precedente asentamiento romano, amortizado en el s. IV, y el andalusí, aunque el topónimo sigue siendo latino. Realmente la transformación sufrida por el territorio creemos que no ha permitido saber por el momento que ocurre en ese período intermedio. Como ya demostrara A. Gómez, la zona de la costa parece abandonarse a favor de asentamientos del interior, más aislados y protegidos[21], pero no creemos que el cerro del Toro fuera un establecimiento permanente a pesar de la presencia de algún fragmento de cerámica que pudiera ser anterior a época emiral. Difícil sería afirmar que hubo una explotación del yacimiento minero anterior al s. IX, e incluso anterior al califato. La diferencia, como veremos, no es en absoluto baladí.

De hecho, en las fuentes clásicas se menciona la calamina (hemimorfita), mineral de zinc que en aleación con el cobre forma el oricalco o latón, pero cuya explotación no está documentada en Hispania[22]. El zinc no era posible obtenerlo en forma metálica. Su punto de fusión es de tan sólo 450° C y el de ebullición de 923° C, una temperatura mucho más baja que la de cualquier otro metal. Para reducirlo, la mena necesita ser calentada en contacto con el carbón a 1000° C, pero a esa temperatura el zinc se volatiliza en forma de vapor que posteriormente requiere una especial precaución antes de poder ser condensado. El oricalco se obtenía entonces mezclando la hemimorfita ($ZnCO_3$) con carbón y el cobre metálico granulado. Después era calentado en un crisol a 950-1000° C para reducir el zinc de la calamina a vapor que era absorbido por los gránulos sólidos de cobre. La temperatura entonces se elevaba hasta que la aleación de cobre y zinc se fundía. La adición de zinc en un 20% hace que el punto de fusión del cobre descienda desde los 1083° C a los 1000° C. Antes del período romano seguramente se fundían al mismo tiempo los minerales de cobre y zinc. En época romana la técnica de añadir la calamina junto con el cobre metálico fue comprendida y seguramente fue el único método empleado. Pero de esta manera no es fácil realizar un control sobre la composición de la aleación como se hacía, por ejemplo, con el estaño, que entonces ya se utilizaba en forma metálica[23].

La primera atestación que tenemos de la producción de zinc como un metal proviene de China, de la dinastía Ming, en una fecha entre el 200 a.C. y el 200 d.C. En India, en Zawar, cerca de Udaipur (Rajasthan), se ha documen-

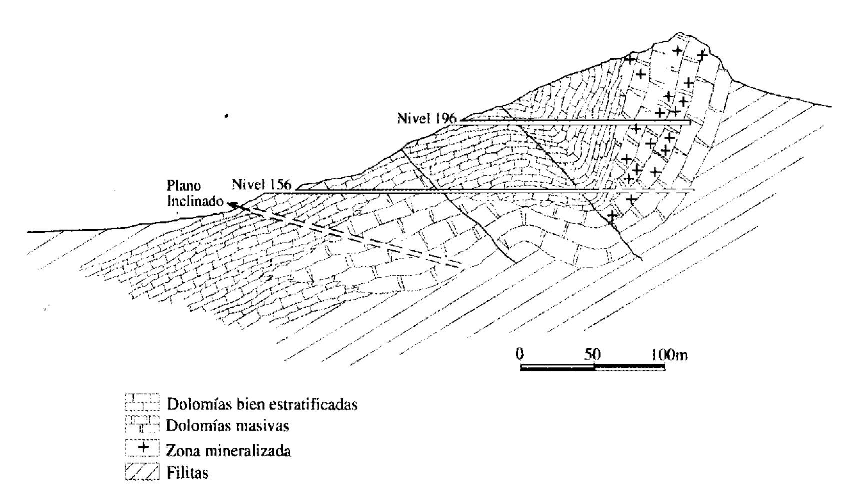


Figura 4. Corte geológico del Cerro del Toro (Motril). Levantamiento relizado por P. Higueras, Fenoll y J. Rodríguez.

[21] GÓMEZ BECERRA, Antonio: *Poblamiento...*, pp. 459 y ss.

[22] PÉREZ MACÍAS, Juan Aurelio: *Las minas...*, p. 30.

[23] TYLECOTE, Ronald: *Metallurgy in Archaeology. A Prehistory of Metallurgy in the British Isles*. Londres, 1962, pp. 53-55 y del mismo: *A History of Metallurgy*. Londres, 1979, p. 77.

tado una importante producción entre los ss. X y XVI. Las siguientes menciones conocidas son del s. XIV y se refieren a Irán: La primera es de Marco Polo, que en sus viajes habla de la producción de óxido de zinc, llamado "tutty", cerca de Kerman, al Este del país. La segunda es de 1340 y describe de manera algo más detallada el proceso de fabricación mediante la formación de barras de mineral que posteriormente eran reducidas a oxido (ZnO) en una especie de condensador en la parte alta del horno. El óxido de zinc se utilizaba para tratar enfermedades oculares, pero la enorme cantidad de estas barras localizadas en Deh Qualeh, al Norte de Kerman, obliga a pensar que la mayor parte se utilizó para fabricar el metal[24].

En Occidente, el zinc en forma metálica no se fabricará hasta el s. XVIII[25]. Las minas de atutía (blenda) del Cerro del Toro podrían constituir la primera atestación del uso del zinc en forma metálica en Europa en una época tan temprana como los ss. IX y X. Las consecuencias son interesantes, no sólo desde un punto de vista tecnológico, sino sobre todo social. Esto querría decir que son gentes venidas de Oriente las que traen este conocimiento -posiblemente de la India-, como también de allí se trae el alfinde (del árabe *al-hindī*, literalmente el "hindú"), una técnica de trabajo del hierro documentada en el s. X y que consiste en acerar la superficie de una pieza mediante el martilleo y la sucesión de cambios de enfriamiento y calentamiento[26]. Supondría además que son gentes venidas de fuera las que realizan la explotación de este yacimiento, es decir, que no entran dentro de la tradición minera que arranca desde época tardorromana. Por último, significaría que, de fabricarse el zinc como metal, dada su rareza, seguramente sería objeto de un comercio que justifica las numerosas menciones de los geógrafos árabes.

Como ya hemos dicho, la primera referencia escrita de la explotación es la de al-Rāzī (888-955), que coincide con la cronología de los escasos restos hallados en la cumbre y la de la ocupación de Baṭarna. Desde ese momento aparece como una explotación ligada a un territorio estructurado, el de la alquería de Baṭarna, que depende a su vez de Salonbino (Salobreña), es decir, que se integra en el distrito (*iqlīm*) de Šalawbīniya[27]. Posiblemente es también una actividad ligada al comercio, tanto por las abundantes referencias transmitidas por los geógrafos como por la propia naturaleza del metal. No sabemos si en cambio estaría en relación o no con el cobre de la cercana localidad de Molvízar (Granada), donde se ha localizado una explotación prehistórica, pero no romana[28].

Tampoco sabemos si en Batarna se instalan árabes o no. Es una alquería creada ex novo sobre un asentamiento anterior de época romana que podría haber tenido una dedicación fundamentalmente comercial, ya que poseía unas salinas y un caladero que formaban parte de la importante red económica creada por la fábrica de salazones de Sexi (Almuñécar, Granada)[29]. Las salinas presumiblemente continuaron en explotación, pero hay un cambio brusco en la organización del territorio, primero con la crisis del Imperio, que afectará de manera profunda a la industria pesquera de toda la costa, y después, a partir del s. VIII, con la instalación de los árabes. Aunque es difícil de fechar, se produce entonces una opción clara por una agricultura intensiva de regadío mencionada ya por el propio al-Rāzī.

Por otra parte, en el Cerro del Toro no se encuentran escombreras antiguas ni restos de fundición o escoriales. Tampoco se han localizado en el Maraute, pero la fundición podría haberse llevado a cabo en un lugar cercano a la alquería. No sería extraño, pues en el caso de Alquife (Granada) sabemos que al menos parte del mineral de hierro

[24] TYLECOTE, Ronald: *A History*..., p. 77.

[25] De hecho en algunos yacimientos bien estudiados como Rocca S. Silvestro (Italia) la blenda, asociada a mineralizaciones de galena argentífera y calcopirita, no se explota, sino que se considera una molestia en el proceso de fundición. FRANCOVICH, Riccardo: *Rocca*..., p. 79.

[26] IBN AL-JAṬĪB: *Kitāb al-'amāl*, p.74, cita de VALLVÉ BERMEJO, Joaquín: "La industria...", p. 213.

[27] AL-'UḎRĪ: *Nūṣus*..., p. 56.

[28] El asentamiento de época clásica, la *villa* de la Loma de Ceres, parece estar ligado a la explotación agrícola y pesquera del territorio. MARÍN DÍAZ, Nicolás, HITA RUIZ, José M. y MARFIL RUIZ, Pedro: "Informe de la excavación arqueológica de emergencia en Loma de Ceres. 1987-1988. Molvízar-Granada", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1989. Act. Urgencia III*. Sevilla, 1991, pp. 220-227 y de los mismos: *Molvízar en tiempos de los romanos. La Loma de Ceres*. Granada, 1988.

[29] MALPICA CUELLO, Antonio: "Las salinas de Motril (aportación al estudio de la economía salinera del reino de Granada a raíz de su conquista", *Baetica*, IV (1981), pp. 147-165.

se llevaba hasta la ciudad de Guadix para su fundición[30]. En la minería medieval parece que no se cumple siempre un principio de cercanía y de ahorro de trabajo y costes en el transporte de un material que es especialmente pesado y del que no se aprovecha más que una porción (el resto se convierte en escoria). Sería necesario un reconocimiento exhaustivo del territorio y del asentamiento de la antigua alquería para poder determinar donde se realizaba verdaderamente la transformación del mineral. Si es que aún subsiste, ya que el medio ha sido enormemente transformado, sería de extraordinario interés su excavación para determinar el tipo de explotación, la cronología y la relación con los procesos históricos altomedievales, especialmente con la formación de al-Andalus.

En cualquier caso, en las cercanías habría materia vegetal suficiente para los hornos[31], pero no podemos determinar si sería una fundición ligada con el uso de energía hidráulica también. Este extremo tampoco carece de importancia ya que en los casos documentados en el Zenete, anteriores al s. X, no es así. La mayoría están asociados a sitios de altura, o en los casos en que se encuentran en el pie de monte, su ubicación está siempre por encima de la línea de rigidez marcada por la acequia principal. Es decir, están fuera de los sistemas hidráulicos, creados a partir de la instalación de la población árabe llegada en el s. VIII, sistemas en los que si se integran otras industrias como, por ejemplo, los molinos.

Esto podría querer decir que se mantiene una tradición tecnológica y productiva heredada de época tardorromana, que podría haber continuado en buena medida en manos de la población indígena, ya fuera *dimmī* o *muladī* -ya hemos hablado acerca de los intentos de controlar, o al menos fiscalizar esta producción desde el s. VIII y de la aparente continuidad tecnológica en la metalurgia de la cara Norte de Sierra Nevada-. Esta situación se mantendría al menos hasta el final de la *fitna*, en el s. X, y puede que incluso algo más tarde, a lo largo de parte del califato. De cualquier modo, los Omeyas ejercerían ya entonces un efectivo control sobre la minería y la metalurgia difícil de precisar, pero que seguramente excedería la simple fiscalización. Este control se plasma en la cara Norte de Sierra Nevada en el proceso de concentración de la producción.

No obstante, esto no tiene por qué significar necesariamente una pertenencia o una explotación directa del Estado. Podrían haber sido comunales o privadas y en este caso se podría haber desarrollado un control de la producción a través del proceso de transformación, de la metalurgia[32]. Esta podría ser una de las motivaciones del transporte del mineral para su fundición en lugares relativamente apartados del lugar de extracción.

Confiamos en que la próxima creación del parque geominero y forestal del Cerro del Toro permita un análisis más detenido de los restos arqueológicos conservados y que el avance de la investigación sobre la minería altomedieval pueda dar respuesta a algunos de los interrogantes planteados.

[30] IBN AL-JAIB: *Mi'yar al-ijtiyar fi dikr al-ma'abid wa-l-diyar*. Texto árabe. trad. y estudio por CHABANA M.K. S.1, 1977, pp. 130 y 131. Así sigue ocurriendo en época castellana, cuando además se construyen dos nuevas herrerías en los pueblos de Jerez del Marquesado y Lugros que se nutren del hierro de Alquife.

[31] MALPICA CUELLO, Antonio: *Medio físico y poblamiento en el delta del Guadalfeo. Salobreña y su territorio en época medieval.* Granada, 1996.

[32] Esta es una de las hipótesis planteadas para Rocca San Silvestro aunque en un contexto social diverso FRANCOVICH, Riccardo: "Per una storia sociale delle attività estrattive e metallurgiche: a propósito di alcune recenti ricerche archeologiche nella Toscana mineraria del medioevo", en *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular. León 1995*. Madrid, 1996, pp. 19-35, esp. pp. 27 y ss.

La propiedad de los yacimientos mineros andalusíes en el siglo XII

Ana Echevarría Arsuaga
UNED, Madrid.
aechevarria@geo.uned.es

RESUMEN

Las explotaciones metalíferas de la Península Ibérica durante el período andalusí han sido escasamente estudiadas desde puntos de vista distintos del arqueológico a causa de la escasez de fuentes con que cuenta el historiador de la minería para esta época. Esta comunicación pretende abrir un nuevo camino en las investigaciones, apuntado anteriormente por P. Cressier, aportando una fuente inexplorada hasta el momento: las colecciones de fetuas -principalmente la del magrebí al-Wansharisi, compilada a principios del siglo XVI, que recoge sentencias de importantes jurisconsultos andalusíes y magrebíes desde el siglo X-, y los manuales de derecho redactados por los jurisconsultos musulmanes andalusíes, que entre las consultas relativas a la vida económica andalusí, recogen algunas cuestiones sobre las explotaciones mineras de época almorávide y almohade.

Palabras clave: Derecho, Minería, propiedad, Siglo XII, yacimientos.

ABSTRACT

The mining of metallic ores in the Iberian Peninsula during the Islamic period has barely been studied other than from an archaeological point of view, due to the scarcity of sources available to the historian of mining. This paper aims at establishing a new field of research, suggested already by P. Cressier: legal literature such as the collections of legal opinions (fatawa-s), *such as the collection compiled by the North African scholar al-Wansharisi at the beginning of the sixteenth century, and legal handbooks, written by Muslim Andalusi scholars, which reflect some issues about mining exploitation in Almoravid and Almohad times, among other consultations concerning Andalusian economic developmen.*

Key words: *law, Mining, mining sites, property, Twelfth Century.*

Las explotaciones metalíferas de la Península Ibérica durante el período andalusí han sido escasamente estudiadas desde puntos de vista distintos del arqueológico a causa de la escasez de fuentes con que cuenta el historiador de la minería para esta época. Esta comunicación pretende abrir un nuevo camino de investigación aportando una fuente inexplorada hasta el momento: las colecciones de fetuas de los jurisconsultos musulmanes, que entre las consultas relativas a la vida económica andalusí, recogen algunas cuestiones sobre las explotaciones mineras de época almorávide, y los manuales de derecho redactados por estos mismos expertos[1].

[1] Nos hemos basado en la colección de fetuas del magrebí al-Wansharisi (m. 1508), que recoge opiniones jurídicas de importantes jurisconsultos andalusíes y magrebíes desde el siglo X. Puesto que éstas se emitían previa petición por parte de un interesado, su material es muy aleatorio, y no se encuentra sistematizado como las obras de teoría jurídica. Varios son los temas relacionados con la extracción de minerales en al-Andalus, citados en orden cronológico desde el siglo XII al XV: dos fetuas sobre la propiedad de las minas de plata emitidas por Ibn Rushd "el Abuelo" (m. 1126), uno de los muftíes más famosos de su época y abuelo del famoso Averroes; una bastante más tardía procedente de Túnez, la del jurista Ibn 'Arafa (m. 1401) sobre la posibilidad de constituir bienes habices a partir de concesiones gubernamentales, como las minas y, finalmente, otra dedicada a la posibilidad de explotar salinas o minas que han dejado de ser trabajadas durante un período de tiempo, emitida por Abu Zayd 'Abd al-Rahman ibn Miqlas (posterior a 1439), del Magreb Central. Abu l-Abbas Ahmad al-Wansharisi, *al-Mi'yar al-mugrib wa-l-gami' al-mu'rib 'an fatawa ahl Ifriqiya*

La explotación de los filones argentíferos en la Península Ibérica se realizó durante el período andalusí, según demuestran recientes estudios arqueológicos, tanto en minas de aprovechamiento intensivo como en pequeñas explotaciones dispersas de bajo rendimiento. Todas ellas se encontraban protegidas por unas redes de fortalezas y atalayas que facilitaban el control de las zonas de aprovechamiento y el primer tratamiento del metal en bocamina, previo a su traslado a los lugares de transformación[2].

En general, podemos decir que las grandes minas de plata documentadas eran herederas de sus antecesoras romanas, y se encontraban sobre todo en Andalucía: en Hornachuelos (Córdoba) se daba mineral de bastante buena calidad[3]; se cita también la sierra de Alhamilla, al norte de Pechina[4], Sevilla, Almería, Murcia y Granada. La mayoría de estos yacimientos eran de plomo o galena argentífera, obteniéndose la plata por deplatación o copelación, cuyos procedimientos estaban detalladamente explicados en los manuales de metalurgia al uso[5].

Estas grandes explotaciones estatales coexistieron con una minería doméstica a pequeña escala, practicada estacionalmente mediante la excavación estival de los filones metálicos combinada con la explotación agropecuaria durante el resto del año. Los mineros-agricultores abandonaban las explotaciones en las épocas de siembra y cosecha, pero a cambio, la apertura de la mina no suponía un gran desembolso inicial, y se adecuaba a las limitaciones técnicas y económicas de las pequeñas concesiones[6].

En principio, la titularidad de las minas en al-Andalus era pública, como es lógico al tratarse de un metal acuñable con destino al pago de los gastos del Estado. Se ha sugerido que este sistema de propiedad tiene sus raíces en la herencia romana de control estatal del suelo, mientras que se autorizaba el beneficio privado de los minerales. Las disposiciones legales diferenciaban entre minas visibles, asimilables a los tesoros y pertenecientes, por tanto, a la comunidad (*'umma*), y aquellas ocultas, que podían estar situadas en tierras de conquista o en territorios que, por haberse rendido y firmado capitulaciones, mantenían la propiedad de éstas. Aunque en teoría los yacimientos no pertenecían a nadie, en la práctica su dueño era el gobernante islámico, correspondiendo al emir, califa o sultán. En algunas ocasiones, por especial debilidad del poder central, podían acabar en poder de otros gobernantes, como es el caso de Daysam ibn Ishaq, señor de Murcia durante el gobierno del emir Abd Allah (888-912), quien explotaba unas minas de plata en la costa de Tudmir (Murcia) que proporcionaban unas treinta libras anuales de plata nativa[7].

La escasez de datos fiables sobre la naturaleza y constitución del tesoro estatal de los gobernantes islámicos nos impide saber por ahora qué lugar ocupaban las minas entre las propiedades públicas. Parece que el gobernante era el encargado de instalar los sistemas de drenaje y ventilación. Su explotación era concedida por un período de tiem-

(1 continuación) *wa-l-Andalus wa-l-Magrib*, Rabat, 1981-1983 (13 vols.), vol. VII, p. 334; vol. VIII, pp. 181, 293; vol. IX, pp. 133-134. Cf. V. Lagardère, *Histoire et société en Occident musulman au Moyen Age. Analyse du Mi'yar d'al-Wansharisi*, Madrid, 1996, pp. 220, 332, 358, 415. Sobre la utilización de fetuas como documento histórico, véase A. M. Carballeira Debasa, *Legados píos y fundaciones familiares en al-Andalus (siglos X-XII)*, Madrid, 2002, pp. 37-40, con abundante y actualizada bibliografía, y M. Shatzmiller, "L'organisation du travail dans l'Islam médiéval d'après les fatwas; le cas du Mi'yar", en *Itinéraires d'Orient: hommages à Claude Cahen*, Bures-sur-Yvette, 1994, pp. 367-381.

[2] J. Sánchez Gómez, *De minería, metalúrgica y comercio de metales*, Salamanca, 1989 (2 vols.), I, pp. 70 y ss.; P. Cressier, "Observaciones sobre fortificación y minería en la Almería islámica", en *Castillos y territorio en al-Andalus*, ed. A. Malpica, Granada, 1998, pp. 470-496; P. Grañeda Miñón *et al.*, "La minería medieval al sur del Sistema Central: Madrid y su entorno", *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular*, Madrid, 1996, pp. 240-273.

[3] "Desde Almodóvar, ya nombrada, a Hornachuelos, villa bien fortificada, rodeada de muchos viñedos y huertos y en la vecindad de la cual hay minas de plata y de oro, situadas en un lugar denominado al-March, 12 millas", al-Idrisi: *Geografía de España*, ed. E. Saavedra y A. Blázquez, Valencia, 1974, p. 199. Sobre esta zona, véase la reciente tesis de P. Grañeda Miñón, *La explotación andalusí de los metales preciosos: el caso de la plata en Córdoba*, presentada en la Universidad Autónoma de Madrid en 1999 bajo la dirección del Prof. Alberto Canto.

[4] "Son abundantes los minerales de plata en España, en la provincia de Murcia y en los montes Hamma de Pechina. En el distrito de Cortes (Kurtish), provincia de Córdoba, hay un magnífico mineral de plata", Abu 'Ubayd al-Bakri, *Geografía de España*, ed. E. Vidal Bertrán, Zaragoza, 1982, pp. 38-39. El editor identifica Cortes con Cortes de la Frontera, provincia de Málaga.

[5] J. Vallvé, "La industria en al-Andalus", *al-Qantara*, I (1980), pp. 211-212; "La minería en al-Andalus", *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular*, Madrid, 1996, pp. 56-66; J. Sánchez Gómez, *op. cit.*, I, pp. 73-76.

[6] P. Cressier, *op. cit.*, pp. 483-485; P. Grañeda, *op. cit.*, pp. 189-190.

[7] P. Cressier, *op. cit.*, p. 482; P. Grañeda, *op. cit.*, p. 187; J. Vallvé, "La minería en al-Andalus", p. 59.

po o de por vida a una serie de individuos privados, que podían ser, o bien contratistas, o grandes arrendatarios que contrataban a las cuadrillas a su servicio cuando se trataba de excavaciones subterráneas con muchos mineros, y que debían costear los servicios de técnicos y peones para la extracción y lavado del mineral. Otra posibilidad era los mineros que recibían pequeñas concesiones para realizar los trabajos personalmente. A la muerte del concesionario, la mina revertía al poder central para ser entregada a otra persona y no podía ser objeto de venta, herencia ni de constitución de bienes habices con fines piadosos, ya que según la ley al concesionario sólo le pertenecía el disfrute de la posesión, pero no su propiedad. Finalmente, el Estado podía reservarse algunos filones, que explotaba mediante esclavos o presidiarios, como ocurría en las minas de Zgounder (Marruecos), según al-Qazwini[8].

El contrato de concesión (*qabala*) propiamente dicho no se ha conservado, seguramente por tratarse de un documento de derecho público del Estado, cuyos registros han desaparecido para época andalusí. En cambio, sí han quedado algunos contratos de derecho privado relativos a minería conservados en formularios de notarios particulares, cuya redacción toca varios puntos importantes. Posiblemente el contrato minero debía ser similar al utilizado para las salinas, salvando las condiciones específicas propias de cada explotación (por ejemplo, la existencia de piletas de desecado en las instalaciones de las salinas, que no eran necesarias en el caso de una mina). En ambos casos podían ser de dos tipos, una concesión propiamente dicha a cambio de parte de la producción, o un arrendamiento, casos ambos contemplados en el formulario notarial de uso administrativo compilado por Ibn al-Attar (m.1009)[9].

Los pagos o *alcabalas* que debían realizarse a cambio de la concesión podían ser anuales, mensuales o a plazos estipulados en el contrato, y se detallaba también el estado de pureza o elaboración en que debía entregarse el mineral[10].

Normalmente la posesión de la mina se cedía a un grupo de personas, unidos en una asociación (*sharika*), forma de propiedad muy común en el Islam y que se ejercía también sobre las tierras de cultivo, generando una interesante casuística legal, que es la que se recoge en las fuentes que hemos consultado. La asociación podía tener como objeto la explotación agrícola o minera de unos terrenos, pero también la empresa comercial o incluso el propio trabajo artesanal de varios individuos, que aportaban su especialización profesional como capital. La sociedad agrícola podía ser de distintos tipos, y también existían numerosas asociaciones profesionales según el tipo de bienes que constituyeran el patrimonio original o los medios de trabajo, así como según si los asociados aportaban su propio trabajo como capital activo. Estas sociedades, a su vez, se plasmaban en un contrato, que estipulaba el capital invertido, el beneficio que se obtendría respecto al capital común y las obligaciones de los participantes en cuanto al trabajo que debían aportar, según el tratado de derecho comparado sobre "*Los fundamentos de la interpretación legal*" (*Bidayat al-Mujtabid*) de Averroes[11]. Parece lógico pensar que la sociedad creada para la explotación minera fuera del tipo *sharikat al-abdân*, en la que los socios participan con su trabajo a cambio de una cantidad estipulada de los beneficios, siempre que todos ellos tuvieran la misma profesión y trabajaran en el mismo lugar, para evitar riesgos a una de las partes, según la escuela malikí. El contrato podía ser revocable, de forma que los socios podían retirarse en cualquier momento, y no era hereditario. La sociedad debía ocuparse del vestido y manutención de sus

[8] Así lo confirma la mencionada fetua de Ibn 'Arafa, que especifica claramente que las minas son concedidas por el sultán (el imán según Abu Zayd 'Abd al-Rahman ibn Miqlas), al-Wansharisi, *al-Mi'yar al-mugrib*, vol. VII, p. 334. Cf. V. Lagardère, *Histoire et société*, p. 220. Para el testimonio de al-Qazwini, véase B. Rosenberger, "Autour d'une grande mine d'argent du Moyen Âge marocain: le Jebel Aouam", *Hespéris-Tamuda*, V, 1964, pp. 15-77, cit. P. Cressier, *op. cit.*, pp. 479-481; P. Grañeda, *op. cit.*, pp. 188-189. Para un caso similar de época cristiana, véase L. M. Duarte, "A actividade mineira en Portugal durante a Idade Média (Tentativa de síntese)", en *Actas de las I Jornadas de Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular*, León, 1996, pp. 67-90.

[9] Sobre la importancia como fuente histórica de los formularios notariales, que contienen modelos para la redacción de documentos que reflejen actos jurídicos, véase F. J. Aguirre Sádaba, "Notas acerca de la proyección de los '*kutub al-wataiq*' en el estudio social y económico de al-Andalus", *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebraicos*, 49, 2000, pp. 3-30; A. M. Carballeira, op. cit., pp. 51-52.

[10] Ibn al-Attar, *Formulario notarial y judicial andalusí*, ed. y trad. P. Chalmeta y M. Marugán, Madrid, 2000, pp. 352-354. Reproduzco aquí el texto en el apéndice por tratarse de una obra de difícil localización.

[11] Ibn Rushd, *The distinguished jurist's primer: a translation of Bidayat al-Mujtabid*, Reading, 1996 (2 vols.), vol. II, p. 301, donde comienza el *Libro de las sociedades*.

miembros, siempre que no se excedieran en los gastos. Ninguno de los socios era responsable de las pérdidas si el negocio se había realizado mediante un acuerdo de este tipo, sino que la responsabilidad era compartida. Pero, precisamente por esta razón, tampoco se permitía a ninguno de los socios el negociar un crédito sin pedir permiso a sus asociados. En cambio, podía realizarse una venta amistosa a precio de coste (*tawliya*) o la rescisión negociada de la misma (*iqâla*) por parte de un socio[12]. Sin embargo, debió haber otra serie de subterfugios técnicos para traspasar una parte de la explotación del yacimiento, según parecen indicar las dos fetuas de período almorávide dictadas por Ibn Rushd "el Abuelo" (m. 1126).

Según la primera, un hombre posee (*lahu yuz' fi ma'din min ma'adin al-fidda*) una parte de una mina de plata junto con otros dieciseis copropietarios o asociados (*sharikan*). La existencia de una sociedad tan grande presupone la explotación de una mina importante, probablemente uno de los grandes yacimientos argentíferos de la zona cordobesa, en la que acostumbraba a legislar Ibn Rushd. El mecanismo que se utiliza en este caso es la donación pro indiviso (*'aqd hiba 'ala l-isha'a*) de una de las partes a favor de otro de los socios. El demandante, sin embargo, alega un acta que establece que dicha donación fue, en realidad, una venta (*'ala tariq al-tahlil li-l-bay'*) disfrazada, que de esta manera se hacía lícita[13]. Dada la teoría vigente sobre este tipo de transacciones, podemos pensar que la venta no sería lícita puesto que el socio no poseía efectivamente la propiedad de la mina, sino una concesión de la explotación, y por ello necesitaba encubrirla mediante una donación piadosa[14]. Sobre el mismo tema se recoge otra fetua[15].

Aparte del sistema de explotación elegido, las minas estaban sometidas a un tributo que tomaba la forma de limosna (*zakat*) o impuesto canónico islámico. Este sistema permitía percibir también parte de la extracción de las pequeñas propiedades, sin necesidad de mantener personal cualificado ni una estructura administrativa demasiado compleja en las zonas afectadas, aunque exigía un cierto control para que la población no ocultara la existencia de explotaciones domésticas en sus propiedades[16]. Averroes explica en "*Los fundamentos de la interpretación legal*" algunas particularidades sobre el tipo de propiedad de las minas y sobre la cantidad mínima (*nisab*) de producción sobre la que debía aplicarse la tributación a la hora de pagar la limosna. Al parecer, las diferentes escuelas jurídicas estaban en desacuerdo a la hora de decidir si los minerales filonianos se regían por el concepto de "cantidad mínima". Según Averroes:

> "Esta cuestión se refiere al desacuerdo en cuanto a la consideración de la cantidad mínima en los minerales (en forma de filón), y la cantidad que se debe sobre ellos. Malik y al-Shafi'i tenían en cuenta la cantidad mínima en el caso de los minerales. El desacuerdo entre los dos es porque Malik no estipulaba el paso de un año para ello, mientras que al-Shafi'i sí lo hacía, como diremos en el capítulo cuarto. De la misma forma, sus opiniones no diferían sobre la cuestión de que la cantidad debida sobre ellos es un cuarto del décimo. Abu Hanifa no estipulaba una cantidad mínima en los minerales ni el paso de un año. Dijo que la cantidad debida es un quinto. La razón de su desacuerdo es si el término tesoro (*rikaz*) incluye también a los minerales. Se dice que el Profeta (Dios lo bendiga y lo salve) dijo "En el reparto de un tesoro hay un quinto". Ashhab ha transmitido de Malik que los minerales hallados sin dificultad son tratados como tesoro, y es en ellos en los que hay que pagar un quinto. La causa de su desacuerdo en esto deriva de "la connotación de una palabra", que es la base de las disputas más corrientes que hemos mencionado[17]".

Hablando de cantidades mínimas sobre las que debe recaudarse el impuesto, Averroes estipula que para la plata se trataría de diez onzas (*awqiya*), citando una vez más un dicho del Profeta Mahoma. Además, la otra cuestión

[12] Ibn Rushd, *op. cit.*, vol. II, pp. 305-306, 593. Para más detalles sobre estos tipos de propiedad, véase A. L. Udovitch, "Labor Partnerships in Early Islamic Law", *Journal of Economic and Social History of the Orient*, 10, 1961, pp. 64-80.

[13] al-Wansharisi, *al-Mi'yar al-mugrib*, vol. IX, pp. 133-134. Cf. V. Lagardère, *Histoire et société*, p. 415.

[14] Ibn Rushd, *op. cit.*, vol. II, p. 177 explica, a propósito de las ventas, las diferencias según si la propiedad del objeto se estipula o no.

[15] V. Lagardère, *Histoire et société*, p. 358; al-Wansharisi, *al-Mi'yar al-mugrib*, vol. VIII, p. 181.

[16] P. Grañeda, *op. cit.*, p. 192.

[17] Ibn Rushd: *op. cit.*, vol. I, p. 296. Al-Qazwini también habla de un quinto de la producción para las minas de Zgounder. Cit. P. Cressier, *op. cit.*, p. 481; P. Grañeda, *op. cit.*, pp. 191-192.

debatida era si debía pasar un año antes de que el pago debiera hacerse efectivo, tanto para el oro como para la plata y el ganado. Malik, cuya opinión era la seguida en al-Andalus, postulaba que en el caso de minerales cuyo tributo era de un cuarto del décimo, si se consideraban semejantes al producto de la tierra, no debía pasar ese período, mientras que al-Shafi'i los asimilaba al oro y la plata ya manufacturados, concediendo en este caso el paso de un año antes de exigir la tributación[18].

Otra cuestión a debatir era si los socios de una explotación debían pagar el impuesto canónico por separado, discutiendo si la cantidad mínima debía aplicarse a uno sólo de los socios, que debía pagar por ella, o a todos ellos, lo que daría unos impuestos irrisorios en casos de minas de elevada productividad, como es el caso de la que nos ocupa, dividida entre dieciséis asociados[19].

APÉNDICE

CONCESIÓN (QABALA) DE UNA SALINA SEGÚN EL FORMULARIO NOTARIAL DE IBN AL-ATTAR

[199] Fulano, hijo de Fulano, recibe en concesión de Mengano, hijo de Mengano, todas las piletas que hay en la salina de tal aldea, de tal comarca, siendo tales los límites de dichas piletas, junto con sus utilidades y usufructos, tanto internos como externos, sus explanadas, acequias y su cuota del caudal del pozo de dicha salina, una vez que ambos tienen conocimiento del valor de lo que han contratado en la citada concesión y conocen su caudal. Se trata de una concesión válida, sin condición, derecho de retracto u opción, por tantos meses, contaderos a partir de tal mes (o por un año contadero a partir de tal) a cambio de tantos dinares de dirhemes. Si el concesionario se los paga [en el momento], has de mencionarlo, y si son pagaderos a plazos o se pagan. por concesión mensual, o anual, a su vencimiento, [también] habrás de mencionarlo. Después has de decir: «Fulano habrá de ser creado en caso de reclamación sin que deba prestar juramento en una demanda judicial. El concesionario Fulano toma posesión de las [citadas] piletas delimitadas que pasan a su poder». Si la concesión es a cambio de sal, has de decir: «A cambio de tantos almudes de sal blanca de excelente textura, de [sal] gorda, o [tratándose de un molino, a cambio de tantos almudes] de harina blanca, limpia, de la mejor calidad según tal medida, que el concesionario/*mutaqabbal* Fulano pagará al concedente Mengano al vencer el plazo de la concesión». Después completas la escritura como se ha hecho anteriormente.

JURISPRUDENCIA

[200] Dijo el autor: La concesión de salinas a cambio de sal es lícita porque la sal no sale por sí sola, sino que es producida allí por industria [humana], llevando agua a las piletas y dejando que se evapore al sol hasta que se cristalice la sal. No es como en el caso de la fruta que brota espontáneamente de la tierra, tanto si se ha trabajado como si no. Esto es siguiendo una transmisión recogida en la *'Utbiyya*. Dijo el autor: «De no ser por la transmisión de *al-'Utbiyya* no debería considerarse lícito por analogía [con los frutos de la tierra]. Algunos de los [primeros] maestros la censuraban diciendo: «[En este supuesto] se entregarían las piletas y la sal que producirán como futuro usufructo [de algo todavía inexistente]». [En cualquier caso] no es lícito conceder en arriendo una [salina], cuando su caudal no está asegurado.

[18] Ibn Rushd: *op. cit.*, vol. I, pp. 296, 300, 313, 314

[19] Ibn Rushd: *op. cit.*, vol. I, pp. 299-300.

Dijo el autor. Es lícita una transacción comercial [que tenga por objeto la aparcería de una salina, y se ha de redactar de [la siguiente] forma:

Fulano, hijo de Fulano, entrega a Mengano, hijo de Mengano, la totalidad de la salina que hay en tal aldea de tal localidad, cuyos límites son tales, para que Mengano llene de agua sus piletas, aprovechando el caudal que le corresponde del pozo de dicha salina, [llevándola] por sus acequias hasta las piletas. [Mengano] se encargará de todas las labores [necesarias] para producir la sal, extraería y amontonarla en la explanada dispuesta para este fin. De la [sal] obtenida, le corresponderá un tercio, o un cuarto, al trabajador, y el resto a Fulano, dueño de la salina, durante un año contadero a partir de tal. [Mengano] deberá esforzarse en esta [tarea] con el máximo empeño y cumplir con lealtad, tanto en lo oculto como en lo público. Ambas partes conocen el valor de lo que han negociado y contratado, así como el volumen del caudal de dicha salina, teniendo pleno conocimiento de la cuantía de todo ello, y disponiéndose Mengano a realizar su trabajo». Si el tiempo del trabajo fuera [todavía] lejano, omitirás esto último y dirás después: «Ambos siguen en esto la consuetud musulmana en sus transacciones».

Después completarás las declaraciones [de los testigos]. De esta escritura se harán dos ejemplares.

Se considera lícita la concesión de salinas a cambio de oro, plata, mercancías y bienes[20].

[20] Aunque esta última parte se presenta en la traducción como el modelo nº 68, concesión en aparcería, separado del modelo nº 67, la concesión general de la salina, en el original árabe este formulario figura sólo como parte de la jurisprudencia citada sobre el modelo anterior. Agradezco a la Dra. Cristina de la Puente, del CSIC, esta precisión.

Espartinas en época medieval

Carlos Moncó García y Daniel Carvajal García
Sociedad Española de Historia de la Arqueología.
seha@arrakis.es

RESUMEN

La documentación de la existencia de un poblado conocido como *Espartinas* en época bajomedieval viene recogida en dos documentos de carácter regio, el primero de ellos corresponde a Fernando III y, el segundo, a Fernando IV; ambos se refieren a los enfrentamientos territoriales entre la Villa de Madrid y el *Concejo segoviano.* En ellos se nombra a Espartinas como el lugar donde existe un pequeño núcleo urbano, sin espècificar la existencia de sus salinas, que sin embargo sí se las nombra en los documentos de época anterior que refieren concesiones, en metálico sobre los beneficios de ls sal obtenidos en Espartinas.

En el momento actual, el territorio de Espartinas se encuentra configurado por tres conjuntos de hábitat diferenciado. El primer situado a lo largo del arroyo Salinas, consiste en un conjunto de cuevas entre las que podemos destacar aquellas de marcado carácter sepulcral. El segundo, está representado por un conjunto de cuevas, mucho más extendido en el territorio, para la probable extracción de sal, ue denominamos *cuevas-minas,* en conjunción con otras que podríamos llamar *cuevas-vivienda-* El tercero estaría formado por las *salinas-balsas* en producción hasta los años 60 del pasado siglo y cuyos restos son los que se ven sobre el terreno en el momento actual.

Palabras clave: Cuevas funerarias, Medieval, Sal, Salinas de Espartinas.

La presente comunicación, realmente, debería llamarse elementos de hábitat en el entorno de las Salinas de Espartinas. Las Salinas de Espartinas están situadas en la provincia de Madrid en el municipio de Ciempozuelos, para llegar hasta ellas saliendo del núcleo urbano iremos por la carretera M-307 en dirección Aranjuez, a unos cinco kilómetros encontraremos el puente bajo el cual pasa el ferrocarril pocos metros antes de entrar en la vecina Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha. Desde este puente andando en dirección oeste atravesaremos el ferrocarril y en el talud que forma éste, si nos fijamos, encontraremos las piedras de río que formaban el lecho de las balsas donde se evaporaba el agua salina para la obtención de la sal, hasta este lugar parece ser llegaban las situadas más al oriente. Caminando hacia el oeste llegaremos hasta una pared de yeso donde en primer término encontraremos los restos de un calentador o depósito para el agua salobre que se obtenía de las minas de donde todavía, hoy día, sigue manando. Estas bocaminas se abren en el cortado del cerro inmediato. Indudablemente el elemento natural que marca la definición del entorno es el río Jarama que corre en sentido norte-sur al este de las salinas. Es interesante recordar el estudio del profesor Tovar sobre el nombre del río Jarama conocido en época visigoda y medieval cristiana como Saramba. Nos dice Tovar que la palabra Jarama es de origen indoeuropeo, cuya raíz "sar" significa "correr" y "ma" unido al masculino "sara" para formar "sarama" que significa balsa y en castellano "hueco en el terreno que se llena de agua" sin que sepamos si alude a un accidente natural o a una obra artificial construida para obtener un producto, por ejemplo, la sal.

El nombre de Espartinas en contraposición al más conocido de espartal o espartizal como lugar donde abunda el esparto común alude a la flor de la retama de olor, que los cristianos en el medioevo denominaban espartina, y que junto a otras plantas entre las que predomina el *Spartium junceum* es la vegetación característica de los alrededores desforestados de Madrid.

Es interesante conocer, aunque sea de una forma muy breve como es la repoblación de esta zona desarrollada a partir de la conquista de Toledo por Alfonso VI en el año 1085 y posteriormente batida por los ejércitos almorávides y almohades hasta la batalla de las Navas de Tolosa ganada por Alfonso VIII en 1212.

Para conocer la repoblación de la zona acudimos a Diego de Colmenares que nos proporciona la documentación más antigua obtenida de los fondos de la catedral de Segovia en su mayoría. Más moderno, Elías Tormo centra el fenómeno repoblador como consecuencia de la política de la iglesia y el concejo segoviano y a través del antiguo camino del Guadarrama hace extenderse a éstos por la zona sur de Madrid. Pero el libro de conjunto más importante es el del catedrático Julio González que nos muestra, a través del uso de una gran cantidad de documentación, la repoblación desde sus inicios hasta el siglo XVI en Castilla la Nueva.

Siguiendo a estos tres autores y refiriéndonos siempre a la repoblación en el sur de Madrid y en el norte toledano vemos que el reparto de tierras comenzó muy pronto, ya en 1086 Alfonso VI dona a la reciente iglesia-catedral de Toledo tierras en Barciles, Cabañas de la Sagra y Cobeja. De 1099 es la fundación de La Rinconada de Perales lugar que se ubica entre el Tajo y el final del Tajuña. En la zona de Madrid las primeras donaciones reales son de 1095 al monasterio de San Servando en Toledo.

En el siglo XII a pesar de la inestabilidad de la zona la repoblación es extensa, Calatalifa (1118), Mocejón (1123), Bargas (1130), Humanes (1131), Illescas (1134), Batres y Aceca (1136), Móstoles (1137), Oreja (1139), Canales (1143), Olmos (1144), Otos (1146), Ciruelos, Cabañas y La Requejada (1150), Rivas (1154), Olías y Ocaña (1156), Mocejón (1166), Añover (1176), Esquivias (1188) y por último Carabanchel y Borox (1191).

El siglo XIII marca la evolución de Madrid como centro y cruce de caminos, se abandona el antiguo eje del río Guadarrama para ir a Toledo desde Castilla y se sustituye por el actual pasando por Illescas. No es raro que surjan gran cantidad de aldeas a pocos kilómetros de las murallas de Madrid: Amaniel (1126) Atocha(1205), Fuencarral y Alcobendas (1208), Coslada (1237), Barajas (1238), Canillas (1252) y al sur Boadilla del Monte (1208), El Viso de Calatalifa (1270) y Griñón (1283).

El documento más interesante para nosotros es el fechado el 20 de junio de 1239 en San Esteban de Gormaz, llamado de los mojones, con él Fernando III pretende resolver y cerrar el litigio surgido entre los concejos de Madrid y Segovia señalando los términos de separación en el sector de Valdemoro. El documento que tomamos de González comienza: "Conocida cosa sea a todos quantos esta carta vieren como sobre contienda que avíen el concejo de Segovia et el concejo de Madrid sobre los términos de Sesenna, et de Espartinas, et de Valdemoro, et de Gozquez, et de Sant Estevan, et de Alvende, aldeas de Segovia; de Palomero, et de Pozuela, et de Pinto, et de Covanubles, et de La Torre de Aven Crespín et de Cuelgamures, aldeas de Madrid...". El documento ha sido estudiado en profundidad por González Couto para intentar situar los 42 mojones que se nombran sobre los planos actuales. A través de este documento sabemos que a la aldea de Espartinas se llegaba por un camino que salía de Palomero y en ésta se puso el mojón número siete.

Estudia Fernández Couto otro documento, fechado en el año 1302, en el cual aparece de nuevo el nombre de la aldea de Espartinas, es con motivo de la distribución que hace el concejo segoviano a las tierras a sus Quiñónez y la división de éstos en cuadrillas que corresponden la primera a Ciempozuelos y Las Chozas, la segunda es la del Casar; la tercera es la de San Martín con Vallecas y Ribagorza y la cuarta la de Espartinas. Señala el documento los límites de esta cuadrilla y de todas las toponimias sólo nos interesan dos: la cárcava de Xembleque, que aparece situada sobre el Jarama al sur de la cuadrilla y a la que nos referiremos más tarde y la salina menor que aparece en documentación real por su utilización para la obtención de la sal.

A partir de aquí desaparece la aldea de Espartinas, documentos posteriores señalan que esta zona con Las Chozas pertenecen a una aldea que ha ido subiendo de habitantes y que ha transformado su antiguo nombre de Sietepozuelos en el actual Ciempozuelos al que pertenecen las Salinas de Espartinas.

Los siglos XII y XIII habían significado para Castilla el engrandecimiento y afianzamiento de la monarquía a través del proceso de la conquista de la tierra musulmana, pero a final del reinado de Alfonso X se va a entrar en un

período de inestabilidad política por los enfrentamientos para conservar la corona que van a perdurar hasta la llegada de los Trastamara al poder.

Desgraciadamente para la población a las guerras de banderías se va a unir, durante la primera mitad del siglo XIV una serie de desgracias meteorológicas, periodos de grandes sequías alternando con inmensas lluvias que van a originar tremendas hambrunas que causan tan gran mortandad que llevan a un retroceso en los campos y que actúan como freno al proceso de repoblación.

Entre 1302 y 1303 la crónica de Fernando IV muestra con gran crudeza este hecho,"este año fue entrada la tierra muy grand fambre, e los homes morianse por las plazas e por las calles de fambre. Fue tan grande la mortandad de la gente que murieron el cuarto de toda la gente de la tierra.

Esta misma idea es expuesta por Valdeón Baruque refiriéndose a la década de los años treinta, ahora se suma al mal tiempo el desastre de la guerra que conlleva un importante descenso de los trabajadores de la tierra y repercute de un modo notable en el retroceso del espacio cultivado creciendo los baldíos que son utilizados para las labores de pastoreo. Los rebaños crecen en la medida que pueden ser mantenidos con pocos hombres.

Si mala fue la primera centuria la segunda fue peor y estuvo marcada por la aparición de la peste negra que empezó a expandirse por Europa, desde Italia en el año 1348.También Alfonso XI recoge en su crónica esta inmensa epidemia y menciona el gran número de muertos que está originando:"En las partes de Francia, et de Inglaterra, et de Italia, et en Castiella, et en León, et en Extremadura, et en otras partidas".

Para Izquierdo Benito los efectos de la crisis del siglo XIV en Castilla-La Mancha, sobre todo demográficas, no han sido perfectamente precisadas aunque recoge,"..., que Toledo padeció muy directamente las repercusiones de esta crisis, ... no solo en su recinto urbano, sino también hay constancia en el entorno rural". Junto a la ciudad de Toledo hay constancia de la peste en otros lugares como Yepes, Cobeja, Añover, etc aldeas muy cercanas a la zona de nuestro trabajo, que como en el resto de Castilla llevaría a una situación de despoblamiento, una carestía de los alimentos y un aumento de salarios que supondría el hambre para la mayoría de la población.

Ante este panorama que nos muestran los textos no es raro que la población de la pequeña aldea de Espartinas, en algún momento del siglo XIV, si no pereció abandonase ésta desapareciendo para la Historia. Si permanecen ¿ininterrumpidamente? en funcionamiento las salinas que bajo el poder real tendrían más posibilidades de seguir manteniendo una mano de obra durante todo el año o en ciertas épocas que podría vivir en alguna de las poblaciones cercanas o en las cuevas que encontramos abiertas en los alrededores.

El primer conjunto que se conserva en las Salinas de Espartinas está formado por las minas por donde mana el agua salina necesaria para la evaporación en las balsas y la obtención de la sal; éstas llamadas mina grande y mina chica perforan el monte hasta el nacimiento de la veta de agua. La mina grande, situada al oeste del primer presón calentador, ha debido ser reexcavada varias veces y su boca es obra de ladrillo macizo que parece reforzar una estructura anterior consistente en una galería que penetra en la roca y que se refuerza con maderos transversales en los primeros metros debido a su mal estado. La mina chica, situada a unos doscientos metros al norte de la anterior, consiste en una galería abovedada de medio punto, obra de ladrillo, de unos trescientos metros de profundidad. Esta construcción nos recuerda a los viajes de agua que Oliver Asín describe existentes en Madrid y que abarcan desde época musulmana hasta mediados del siglo XIX. El modelo es similar a los denominados acueductos de minas: al exterior en la superficie del monte se abren tres chimeneas que en la actualidad están tapadas con hormigón para evitar accidentes. Estas tres chimeneas perforan el cerro perpendicularmente desde el exterior hasta el canal de agua y su función, en construcciones similares, era el permitir introducirse en la galería para limpiarla y hacer las reparaciones pertinentes en caso de hundimiento.

Un segundo conjunto lo encontramos en la zona llamada del arroyo salinas, éste recoge el agua de la escorrentía de Valdelachica más el agua salina que se pierde de la mina grande. Su lado derecho es una pared cortada en los materiales de aluvión de unos cuatro metros de altura en donde se han abierto unas cuarenta cuevas cuya tipología obedece, por su distribución interior a diferentes funciones. En el lado izquierdo del arroyo, la acción del hombre

ha ido creando abancalamientos para la construcción de nuevas balsas para la obtención de la sal, esto ha hecho que hayan desaparecido las cuevas que debía de haber ya que en algunos lugares observamos las formas dejadas por el hundimiento de éstas. Consideramos que la función de la mayoría de estas cuevas ha sido ser utilizadas como viviendas pero nos llama la atención la gran variedad de formas interiores, unas presentan una sola habitación perpendicular a la entrada, otras constan de dos habitaciones separadas por un pequeño tabique tallado directamente en los sedimentos, las más complicadas nos muestran varias habitaciones a veces a diferentes alturas e incluso con varias puertas. El sistema de acceso, aunque en algunos casos se ha perdido, se realiza a través de un pequeño vano de paredes rectas que terminan en un arco de medio punto, sus medidas están entorno a los 0,7 m de anchura y entre 1,1 a 1,3 m de altura.

Formando un pequeño aparte, en la zona oriental del arroyo salinas encontramos cuatro cuevas que nos llaman la atención, dos constan de una sola habitación con techo abovedado y presentan en el suelo una trinchera rectangular excavada cuya función pensamos tenga carácter funerario. Las otras dos cuevas (VI y IX) constan de una antecámara que conecta con la cámara interior a través de un vano en forma de arco de herradura (muy bien conservado en la VI). En las cámaras y en sentido norte-sur se abre en el suelo una trinchera cuya función también podría ser funeraria. El arco de herradura de la cueva VI, de $^3/_4$ de luz, presenta en las jambas una decoración formada por pequeñas columnillas esculpidas en la arenisca que nos recuerdan modelos de época visigoda. Alos lados de éstas formando las charnelas de la cámara aparecen esculpidas en bulto redondo dos columnas de fuste circular cuyos collarinos apoyan sobre altas basas, en el extremo superior debían de abrirse unas nervaduras que decorarían un techo abovedado que hoy ha desaparecido. Completa el mobiliario de las cuevas unas hornacinas de diferentes formas que se abren excavadas en sus paredes.

Que las cuevas han existido desde hace mucho tiempo en Espartinas y sus alrededores lo vemos en la noticia que nos aporta Álvarez de Quindós cuando nos dice: "como consecuencia de los corrimientos del río Jarama un soto denominado como Xembleque fue separado por el agua del río pasando a pertenecer del municipio de Seseña al de Aranjuez (1581). Lo mismo ocurre en 1633 en ambos casos se ofrece para resarcir de lo perdido un soto denominado de las Cuevas que pertenece a Ciempozuelos y que debía de estar muy cerca de esta zona de cuevas que rodea a las Salinas de Espartinas.

El tercer conjunto está formado por las cuevas que aparecen en los valles de Valdegatos, Valdelachica y Valle Grande, a diferencia de las del arroyo salinas repiten un mismo modelo consistente en dos habitaciones separadas por un tabique tallado sobre la roca.

En 1826 el químico José Luis Casaseca describió una nueva especie mineral a partir de muestras obtenidas en las Salinas de Espartinas llamada Tenardita en homenaje a su maestro Thenard. Este mineral es el sulfato sódico que hasta entonces era considerado como un producto de desecho en ésta y en otras explotaciones salineras y su utilización en la industria del jabón, vidrio y blanqueo de textiles desencadenó una gran actividad extractiva en los valles del Jarama, Tajo y Tajuña hacia la mitad del siglo XIX. La tenardita, así como la glauberita y la mirabilita son sales sulfatadas sódicas que aparecen estratificadas con los yesos y la sal común en las cuestas yesíferas de esta comarca y su obtención se realiza por lixivación de los materiales extraídos del terreno mediante la apertura de galerías de diversa forma y profundidad en las series margosas y que consideramos que son coetáneas de las cuevas habitacionales anteriormente descritas de los valles próximos a las Salinas de Espartinas.

BIBLIOGRAFÍA

- **Álvarez de Quindos, Juan Antonio (1982):** Descripción histórica del Real Bosque y Casa de Aranjuez. Aranjuez 1804. Ilmo. Ayuntamiento del Real Sitio de Aranjuez.
- **Baldeón Baruque, Julio (2001):** Los Trastamara. El triunfo de una dinastía bastarda. Temas de Hoy. Historia. Madrid. Pp. 16.

- **Carvajal García, Daniel (2003):** Los descubrimientos minerales en la unidad salina de la cuenca de Madrid durante el siglo XIX. Historia de una fiebre minera en el bajo Jarama. Actas del IV Congreso Internacional sobre el Patrimonio Geológico y Minero. Pp 323-332.
- **Colmenares, Diego de (1982):** Historia de la Insigne Ciudad de Segovia y Compendio de las Historias de Castilla. Academia de Historia y arte de san Quirce. Segovia. Tres volúmenes.
- **Font Quer, P. (1982):** Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Pp 943.
- **González, Julio (1975):** Repoblación de Castilla la Nueva. Universidad Complutense. Facultad de Filosofía y Letras. Madrid. Dos volúmenes.
- **González, Julio (1975):** Repoblación...Tomo I. Pp 365.
- **González, Julio (1986):** Reinado y diplomas de Fernando III. Documentos III (1233-1253). Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. Córdoba. Pp. 183-186.
- **González Couto, Federico:** Caminos del Sur de Madrid en documentos del siglo XIII. Actas del IV Congreso de Caminería Hispánica. Tomo I. Pp. 185-202 .
- **González Couto, Federico (1997):** Documentos para la Historia de San Martín de la Vega (hasta el año 1500). Madrid.
- **Izquierdo Benito, Ricardo (1985):** Castilla-La Mancha en la Edad Media. Monografías 3. Servicio de Publicaciones de la Comunidad de Castilla-La Mancha. Toledo. Pp. 94-95.
- **Oliver Asín, Jaime (1959):** Historia del nombre de Madrid. C. S. I. C. Instituto Miguel Asín. Madrid.
- **Tormo, Elías (1946):** El estrecho cerco de Madrid en la Edad Media por la admirable colonización segoviana. Bol. Real Academia de la Historia Nº CXVIII. Pp 47-206.
- **Tovar, Antonio (1989):** Hidronimia europea antigua. Revista Habis. Nº 1. Pp. 5 y ss.
- **Valiente Canovas, Santiago y otros (2002):** Excavación arqueológica en las Salinas de Espartinas (Ciempozuelos) y prospecciones en su entorno. Archaia. Revista de la Sociedad Española de Historia de la Arqueología. Año III. Nº 2. Vol. 2. Pp 33 y ss.

La explotación de la plata en el condado de las montañas de Prades (Tarragona) durante la Baja Edad Media

Albert Martínez Elcacho
Universitat de Lleida. Becario FI. (DURSI-Generalitat de Catalunya).
albert.martinez@historia.udl.es

RESUMEN

Se analiza el tipo de minerales explotados para la obtención de plata a mediados del siglo XIV en la zona minera de Falset-Bellmunt del Priorat (Tarragona). El estudio de uno de los libros de administración de las minas de plata ha permitido comprobar que para la obtención de plata, además de la galena argentífera, también se explotaron minerales de plata.

Palabras clave: Edad Media, galena, minería, plata.

ABSTRACT

The kind of minerals that were exploited to obtain silver in the 14th century in the area Falset-Bellmunt del Priorat (Tarragona) are analysed. The investigation is based on one silver mining management book. This book have allowed confirm that to obtain silver were exploited galena and also silver minerals.

Key words: *galena, Middle Ages, mining, silver.*

El condado de las montañas de Prades (emplazado en la actual provincia de Tarragona) fue creado en 1324 por el rey de Aragón y conde de Barcelona, Jaime II, a favor de su hijo menor Ramón Berenguer. Unos años después, en 1341, por una permuta entre hermanos dicho condado pasaba a manos del infante Pedro, hermano de Ramón Berenguer, y a cambio éste último recibía el condado de Ampúrias[1]. El conde Pedro dio un nuevo impulso a la minería en el condado, concentrándose en la minería de la plata. Así, promulgó unas primeras ordenanzas para regular la explotación de las minas el 27 de noviembre de 1344[2]. Posteriormente, en 1348 se realizan unas nuevas ordenanzas, basadas en las de 1344 pero con algunas modificaciones referidas, principalmente, a la mejora en el control señorial en los procesos de extracción, afinamiento, peso y venta de la plata[3]. Además, según M.Romero Tallafigo existen unas terceras ordenanzas -no localizadas- fechadas en 1352[4]. A pesar de que se regula la explotación de la plata en todo el condado, hay una serie de elementos que sugieren que gran parte de las extracciones de mineral se llevaron a cabo en el término de Falset o muy cerca de éste[5]. Falset, además de ser el centro político y económico del conda-

[1] Romero 1979: 325-6; Lázaro de la Escosura 1976: 373-383; Gort 2003: 67-72. E.Gort fecha la permuta en 1342 (Gort 2003: 71).

[2] Estas ordenanzas ya fueron publicadas por M.Romero Tallafigo (Romero 1979: 334-6), pero fueron erróneamente fechadas en 1343. Una revisión de la documentación original -a través del estudio de la copia microfilmada que se conserva en el Archivo de la Casa Ducal de Medinaceli en Cataluña, en el Monasterio de Poblet (Tarragona)- ha permitido fecharlas nuevamente en 1344: "(...) *del any ·M· CCC XLIIII·*" (ACDMC, sección Entença, leg. 1, doc. núm. 44, microfilm: rollo 48, fotograma 343).

[3] Romero 1979: 328-9. M.Romero publica también la transcripción de estas ordenanzas de 1348 (Romero 1979: 337-40). Se trata de una copia de las mismas, que se encuentra al final del libro de administración de las menas de plata, bajo el título "*Pro crosis argenti*" (ACDMC, sección Entença, leg. 1, doc. núm. 45, microfilm: rollo 48, fotogramas 369-74). En este sentido, hemos descubierto otra copia de dichas ordenanzas: ACDMC, sección Prades, leg. 11, doc. núm. 188, microfilm: rollo 90, fotogramas 589-90.

[4] Romero 1979: 329.

[5] Rafel, Abella, Martínez Elcacho 2003: 163.

do, era el centro de gestión de la explotación de la plata y su término incluía -en época medieval y hasta mediados del siglo XIX- el actual término de Bellmunt del Priorat[6]. El área estudiada (Falset-Bellmunt del Priorat) es muy rica en minerales, sobre todo en galena (sulfuro de plomo). En este sentido, la galena de la zona estudiada ha sido intensamente explotada desde antiguo y hasta hace pocos años para obtener plomo.

Las ordenanzas mencionadas de 1344 y 1348 regulaban las condiciones de explotación de las minas de plata. Así, entre muchas otras cosas, se establecieron las condiciones de partición de la plata entre el conde -a quien pertenecían las minas y el mineral- y los mineros. Las dos partes, el conde y los mineros, se repartían la producción según la calidad de la mena[7], mediante la aplicación de un baremo establecido. Éste varía de unas ordenanzas a otras. Así, en las ordenanzas de 1344 las condiciones de partición son muy simples: por un lado, de toda "*mena gentil*" (o rica en plata) extraída los mineros debían dar al conde la mitad de la mena; y, por otro lado, de cualquier otro tipo de mena que simplemente portase plata el minero debía dar al conde la doceava parte de la plata que contenía la mena[8]. Por su parte, en las ordenanzas de 1348 el baremo se hace más extensivo y es más detallado, estableciendo cinco grupos[9]:

1) De toda "*mena gentil*" el quintal de la cual tenga 30[10] marcos o más (es decir de toda mena que contenga más de un 13'89% de plata[11]): el minero debe dar al conde la mitad en mena.
2) De toda mena el quintal de la cual tenga 20 marcos o más, hasta 30 (es decir de toda mena que contenga entre 9'26% y 13'89% de plata): el minero debe dar al conde la tercera parte en mena.
3) De toda mena el quintal de la cual tenga 10 marcos o más, hasta 20 (es decir de toda mena que contenga entre 4'63% y 9'26% de plata): el minero debe dar al conde la cuarta parte en mena.
4) De toda mena el quintal de la cual tenga 5 marcos o más, hasta 10 (es decir de toda mena que contenga entre 2'31% y 4'63% de plata): el minero debe dar al conde la quinta parte en mena.
5) De toda mena el quintal de la cual tenga 5 marcos o menos (es decir menos de 2'31% de plata): el minero debe dar al conde el diezmo en plata ("*en argent fi*").

De esta relación de proporciones se desprende que lo que la documentación denomina como "*mena gentil*" (o rica en plata) hace referencia a aquellas menas que contienen plata en un porcentaje superior al 13'89%.

Antes de aplicar la partición, para calcular la cantidad de plata existente en las menas aportadas por los mineros, se realizaba un ensayo. El ensayador, encargado de hacer la prueba, seleccionaba tres onzas de mena (casi 100 gramos[12]) y, a través de la separación del metal noble de la ganga evaluaba globalmente la proporción total de plata que contenía la mena recibida. Dicho procedimiento se anotaba en el libro de administración de las menas de plata, que servía al administrador para controlar la producción. En este sentido, el estudio que presentamos se basa en el análisis del 'Primer libro de administración de las menas de plata de Johan de la Seda'[13], fechado en 1348.

[6] Gort 2003: 255-6.

[7] En la documentación medieval estudiada el término "*mena*" difiere de la definición actual. De esta manera, aquí utilizamos el término mena para definir la masa de roca, el mineral excavado, tal y como sale de la mina (sin tratamiento o con apenas un proceso de lavado o picado). Es decir, la mena era la materia excavada (en bruto) aportada por los mineros, de dónde se obtenía la plata en este caso.

[8] Romero 1979: 332 y 334-5; ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.44, microfilm: rollo 48, fotogramas 343 y 344.

[9] Romero 1979: 332 y 337-8; ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotogramas 370-1; ACDMC, sección Prades, leg.11, doc.núm.188, microfilm: rollo 90, fotograma 589.

[10] En la transcripción de las ordenanzas publicada por Romero Tallafigo se transcribe "XL" (Romero 1979: 337). En este sentido, aunque la copia microfilmada de dicho documento no conserva la parte donde se especifica esta cantidad (ACDMC, sección Entença, leg. 1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotograma 370) la lectura de la otra copia descubierta de las ordenanzas (ACDMC, sección Prades, leg.11, doc.núm.188, microfilm: rollo 90, fotograma 589) ha permitido comprobar que se trata de un "XXX".

[11] Como veremos más adelante en la tabla de equivalencias de pesos: 1 quintal=216 marcos. En base a esta equivalencia se han calculado los tantos por ciento de plata de los diferentes grupos de partición.

[12] Tomamos como referencia las indicaciones de M.Riu, que establece que la unidad de peso para el oro y la plata en el siglo XIII era el marco de ocho onzas, de 266'64 gramos. Por lo tanto la onza equivalía a 33'33 gramos (M.Riu 1996: 832).

[13] "*Primus liber administracionis mineriarum arg[enti de] Joh[an] de la Seda*" (ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotogramas 348-68).

En relación con su contenido, en este libro -que está escrito en catalán- se registraban, básicamente, las "*reebudes*" (entradas) y "*dates*" (salidas). Es decir, se registraba la cantidad de mena y de plata que entraba y salía de la denominada casa de las menas en el castillo de Falset. Para el estudio que presentamos nos centraremos en las entradas ("*reebudes*") de mena; tanto las anotadas en el libro de administración propiamente dicho, como las registradas en un bifolio a parte y en dos hojas sueltas, que pertenecen al mismo documento. Las "*reebudes*" son una especie de formularios -con diversas variantes, y muchas veces no completos- registrados correlativamente y dónde se anotaban, generalmente: la cantidad de mena aportada por los mineros, la parte de ésta perteneciente al conde, el resultado del ensayo, otras equivalencias y la cantidad global de plata de la mena a partir del resultado del ensayo. Transcribimos, a modo de ejemplo, una de las entradas[14]:

> "*Item met en Reebuda, la qual fo de la mena de la menor sort d'en*
> *Jacmo Fiveller, d'en Jacmet Steve, e d'en Ramon Favara, la*
> *qual fo partida al quart, lo damunt dit dia e any* ....
> ...... *·I· quintar · e ·Iª· Rova e miya, de la qual mena, fo fet*
> *assaig de ·III· onçes per Laonardo lo qual rete* .... *: ·II· diners ·XVII· grans e mig*
> *E axí val la lliura a la dita rahó* .... *: ·Iª· quarta e miya ·I· argenç ·X· grans*
> *E lo march* .... *: ·Iª· quarta ·I· diner ·VI· grans e ·II· parts·de ·I· gra*
> *E lo quintar* .... *: ·VIII· marchs ·Iª· onça e miya*
> *Perquè munta tot l'argent qui és en la dita mena* .... *:*
> *·XI· marchs ·II· onçes e mig ternal*".[15]

A partir del estudio de estas entradas (las denominadas "*reebudes*") hemos analizado los porcentajes de plata existente en las menas extraídas. El objetivo es determinar indirectamente si se explotaba plata nativa, minerales de plata o galena argentífera (sulfuro de plomo) para la obtención de plata. Pero para poder determinar con exactitud los porcentajes de plata en cada mena registrada, primero hay que establecer la relación de pesos. Para dicha tarea es básica la información que se expresa en el primer folio del libro de administración[16], donde hay una relación de equivalencias de medidas de peso. Pero el estado de conservación de este folio del documento no permite ver algunas de las equivalencias entre los diferentes pesos. Por eso la tabla que presentamos se ha completado a través de la comparativa entre las diferentes entradas de mena. De esta manera, la tabla definitiva de equivalencias entre unidades de peso es la siguiente:

	"Quintar"	**"Rova"**	**"Lliura"**	**"March"**	**"Unça"**	**"Quart/a"**	**"Ternal"**	**"Argenç"**	**"Diner"**	**"Gra"**
"Quintar"	1	4	144	216	1728	6912	13824	27648	41472	995328
"Rova"		1	36	54	432	1728	3456	6912	10368	248832
"Lliura"			1	1,5	12	48	96	192	288	6912
"March"				1	8	32	64	128	192	4608
"Unça"					1	4	8	16	24	576
"Quart/a"						1	2	4	6	144
"Ternal"							1	2	3	72
"Argenç"								1	1,5	36
"Diner"									1	24
"Gra"										1

[14] Se trata de una de las "*reebudes*" más extensas y completas del documento.

[15] ACDMC, sección Entença, leg.1, documento núm.45; microfilm: rollo 48, fotograma 358.

[16] ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotograma 352.

Hecho este inciso y entrando ya en materia, en total en el documento estudiado se han contabilizado sesenta y ocho entradas (o "*reebudes*") de mena. De todos modos, hay que puntualizar que: en doce de ellas no está anotado el resultado del ensayo, y por tanto desconocemos el porcentaje de plata de las menas; por otra parte, una de las entradas es un ejemplo, a modo de plantilla, para las siguientes anotaciones; además, otra de las entradas es la anotación de los resultados de treinta y tres ensayos, concretamente de la suma de toda la plata resultante de dichos ensayos; y, por otro lado, cuatro de las que hemos considerado como "*reebudes*" son simplemente una especie de borrador del contenido de otras entradas registradas. De este modo, las entradas estudiadas se quedan en cincuenta. De éstas, en primer lugar, analizaremos las registradas al principio del libro, ya que en estas primeras "*reebudes*" no se especifica si hacen referencia solamente a la parte perteneciente al conde o a la totalidad de las menas recibidas (la suma de la parte del conde más la parte comprada a los mineros). Esto se debe en parte a que el libro de administración lo inicia Johan de la Seda, el administrador, con un inventario de las menas que -recibidas anteriormente, cuando era administrador Jacme Fiveller- todavía no habían estado fundidas y se encontraban en la casa de las menas. Considerando que los ensayos eran de 3 onzas[17], los porcentajes de plata de las menas de las nueve entradas que hacen referencia a la época de Jacme Fiveller son -en orden ascendente- los siguientes: 3'2%, 5'21%, 11'08%, 14'29%, 16'16% (en dos de las "*reebudes*"), 23% y 26'5%; además de una mena que contiene un 37'07% de plata[18]. Éste último porcentaje es excepcional, ya que se trata de la mena con mayor cantidad de plata registrada en todo el documento. Además, se trata de la única anotación en la que no se habla de ensayo sino que directamente de fundición, ya que se quería hacer un relicario que finalmente no se realizó. Así, este porcentaje es real; los que se calculan a partir del ensayo pueden ser orientativos para la partición entre conde y mineros, pero no reflejan la totalidad de la plata obtenida.

Una vez vistos los porcentajes de plata registrados en el inventario realizado por Johan de la Seda de las menas que quedaban por fundir cuando él se hace cargo de la gestión, ahora pasaremos a ver aquellas menas que gestionó directamente. En éstas los porcentajes de plata también son muy variados: oscilan entre el 0'41% y el 26'39% de plata. De esta manera, se puede afirmar que se explotaban minerales de plata para obtener este metal, porque los porcentajes de plata de las menas son lo suficientemente elevados como para poder afirmarlo[19]. Pero, además, se confirma documentalmente que también se explotaba galena ("*alcofoll*"[20] en la documetación) para obtener plata. No obstante, de las sesenta y ocho "*reebudes*" o entradas documentadas, tan sólo en una ocasión se especifica que se pesa una mena de "*alcofoll*" para extraer plata[21]. Esta mena, registrada en un bifolio aparte, fechado en febrero de 1349, contiene un porcentaje del 0'55% de plata. A lo largo del libro de administración -pero sobre todo en el mismo bifolio donde se documenta el "*alcofoll*"- también se anotan menas con proporciones de plata similares o, incluso, menores: 0'41%, 0'58%, 0'78% (en el mismo bifolio[22]) o 0'72% (en el libro propiamente dicho[23]). Creemos que, aunque no se especifique en las entradas la palabra "*alcofoll*", las menas con estos porcentajes reducidos de plata podrían corresponder también a menas de galena. Ya que, a pesar que en la actualidad la galena localizada en la zona

[17] El ensayo en época de Jacme Fiveller parece que era de 4 onzas y en las "*reebudes*" del inventario de Johan de la Seda así se indica, pero luego se corrige. Así, interpretamos que primero se anotó la cantidad de mena de cada "*reebuda*" y se completó la "*reebuda*" pero sin llenar los espacios reservados a los resultados del ensayo y a las demás equivalencias, como si fuera un formulario en blanco. Más adelante, a medida que se iban sucediendo los ensayos (ahora de 3 onzas) se iban anotando los resultados en las "*reebudes*" y el "IIII" se iba corrigiendo con un "III" (por ejemplo, rascando el primer "I").

[18] ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotograma 353-5.

[19] Agradezco a Núria Rafel sus indicaciones y aclaraciones en relación con este tema.

[20] "*Alcofoll*": vocablo utilizado para denominar al antimonio y a la galena (sulfuro de plomo) (Alcover, Moll 1968). Basándonos en el contexto estudiado y por la riqueza en galena de la zona creemos que "*alcofoll*" hace referencia a la galena y no al antimonio.

[21] ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotograma 350.

[22] ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotogramas 350-1.

[23] ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotograma 356.

estudiada tiene escasa proporción de plata entre sus componentes[24], en otras zonas algunas galenas pueden contener hasta un 1% de plata, e incluso se han detectado galenas con un 2'5% de plata[25]. En todo caso, la única mención del "*alcofoll*" en la gestión de las menas ya demuestra que también se producía plata a partir de la explotación de la galena. Como hemos comentado anteriormente, la galena es el mineral mayoritario en la zona estudiada (Falset-Bellmunt del Priorat).

Por su parte, los minerales de plata explotados para la obtención de dicho metal pueden ser diversos, aunque muy posiblemente -basándonos en datos actuales- se explotaron plata nativa, acantita y clorargirita[26]; lo que no excluye que en época medieval se explotaran otros minerales de plata.

Llegados a este punto, y para estudiar la producción, analizaremos las menas que fueron gestionadas y registradas en el libro de administración por Johan de la Seda. Se trata de cuarenta y una "*reebudes*", fechadas entre el 24 de diciembre de 1348 y el 9 de julio de 1350[27]. Estamos hablando, por lo tanto, de un período de un año y medio aproximadamente. En algunas de estas entradas se especifica el peso de toda la mena entregada y la parte de ésta perteneciente al conde; en otras ocasiones, primero se registra en una entrada la parte del conde y la siguiente entrada se refiere a la parte de los mineros comprada por el conde; además, cinco entradas registran los ensayos de la "*granalla*"[28] de algunas de estas menas. En consecuencia, son cuarenta y una "*reebudes*" analizadas pero que en realidad se refieren a veintinueve menas[29]. A continuación presentamos la tabla con la distribución de estas menas a partir de sus porcentajes de plata, indicando el peso de las menas entregadas y la plata resultante (ver cuadro pag. 362).

Como indica la tabla, la plata se obtenía mayoritariamente a partir de menas con minerales de plata[30], y concretamente de la denominada "*mena gentil*" (menas con más del 13'89% de plata). El 70'25% de la producción total de plata -sobre la base de las *"reebudes"* analizadas- proviene de *"menes gentils"*. Además, dicha cantidad de producción es inversamente proporcional a la cantidad de este tipo de mena entregada, que representa el 32'28% del total de mena entregada. En el lado opuesto, las menas con menos de 2'31% de plata, entre las que se incluyen las menas con galena, tan sólo producen el 2'63% de la plata total. Pero estos datos son aún más significativos si tomamos como referencia las menas con cantidades de plata entre sus componentes más aproximadas al 0'55%, que tenía la mena de *"alcofoll"* documentada. Con ésta son cinco menas, con cantidades de plata que oscilan entre 0'41% y 0'78%, y que podríamos considerar que son de galena[31]. De éstas, los 160350'63 gramos de mena entregada (el 10'73% del total de mena entregada) producen 875'92 gramos de plata, es decir, el 0'67% de la producción total analizada. Por lo tanto, a partir de la galena tan sólo se producían cantidades residuales del total de la plata producida. A lo que tenemos que añadir que en la tabla presentada no se han contabilizado algunas de las *"reebudes"* o entradas; como,

[24] Por ejemplo, la galena localizada en una de las minas de Bellmunt del Priorat puede contener hasta un 86% de plomo y está prácticamente exenta de plata, tan sólo un 0'009% de plata. (Rafel, Abella, Martínez Elcacho 2003: 159).

[25] Hunt 1998: 249. Se trata de minerales localizados en el Suroeste de la Península Ibérica.

[26] En la zona estudiada se han detectado en época moderna, además de plata nativa, estas menas ricas en plata: acantita y clorargirita. (Rafel, Abella, Martínez Elcacho, p.160).

[27] El 24 de diciembre de 1348 Johan de la Seda empieza a registrar las menas gestionadas por él mismo (ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotograma 356). El 9 de julio de 1350 es la fecha más reciente documentada, y corresponde a la última de las hojas sueltas del documento (ACDMC, sección Entença, leg.1, doc.núm.45, microfilm: rollo 48, fotogramas 367-8).

[28] "*Granalla*": granos pequeños de oro o de plata que sirven para facilitar el afinamiento en los trabajos de platería (Alcover, Moll 1968). Pero, en este contexto, creemos que se trata más bien de aquellas partes menores de mena resultantes del proceso de extracción y picado de las menas, ya que la "*granalla*" documentada en este libro -además de tratarse de cantidades pequeñas- tiene porcentajes de plata que oscilan entre el 13'31% y el 76'39%, pasando por el 34'2%, el 48'86% o el 70'83%.

[29] En cinco de las "*reebudes*" no se especifica si se trata del total de la mena entregada, ni tampoco se anota la referencia a la posible compra de la parte de los mineros. Pero, por similitud con las "*reebudes*" que les suceden, se ha considerado que se trataba de la parte perteneciente al conde por su derecho sobre las menas y se le ha sumado la parte que les correspondería a los mineros para calcular el total de la mena. De las veinticuatro menas restantes sabemos con certeza los totales de mena entregada.

[30] Son, como mínimo, las menas de los cuatro primeros grupos (con más de un 2'31% de plata).

[31] En consecuencia, las veinticuatro restantes son -al menos su mayor parte- menas de minerales de plata.

Baremo de porcentaje de plata en las menas[1]	Mena entregada[2]	% de mena entregada		Plata resultante	% de la producción
Más de 13,89 % (26'39% es el máximo)	482151,78 gramos (6 menas)	32,28 %	>	91766,54 gramos	70,25 %
Entre 9,26% i 13,89 %	32496,75 gramos (2 menas)	2,18 %	>	3730,74 gramos	2,86 %
Entre 4,63% i 9,26 %	48572,92 gramos (4 menas)	3,25 %	>	2787,51 gramos	2,13 %
Entre 2,31% i 4,63 %	611538,84 gramos (9 menas)	40,94 %	>	21691,63 gramos	16,60 %
Menos de 2,31 %	307002,63 gramos (8 menas)	20,55 %	>	3437,76 gramos	2,63 %
"GRANALLA" (de 13,31% a 76,39%)	12015,47 gramos (5 entradas)	0,80 %	>	7223,33 gramos	5,53 %
TOTALES	1493778,39 gramos (29 menas más "granalla")	100,00 %	>	130637,50 gramos	100,00 %

[1] Para la clasificación de las menas se ha recurrido al baremo de partición de las ordenanzas de 1348, que establece cinco grupos; añadiendo al final la *"granalla"*, ya que también forma parte de las menas.

[2] La cantidad de mesa entregada por los mineros se ha pasado de los pesos medievales a gramos para clarificar la lectura; como hemos visto anteriormente: 1 onza=33,33 gramos (M. Riu 1996: 832).

por ejemplo, las menas del inventario realizado por Johan de la Seda. Éstas, con porcentajes de plata que oscilaban entre el 3'2% y el 37'07%, contenían minerales de plata. Como también los contenían otras cinco menas que aunque desconocemos sus porcentajes de plata -porque las *"reebudes"* no indican el resultado del ensayo- sí sabemos que fueron partidas al cuarto y al quinto (es decir, tenían porcentajes de plata superiores a 2'31% e inferiores a 9'26%). Por lo tanto, si hubiera sido posible la inclusión de estas menas con minerales de plata en la tabla, se habrían acentuado aún más las diferencias entre la galena y estos minerales, sobre todo en las cantidades referidas a la producción total de plata. En este sentido, hay que señalar que las conclusiones del análisis de esta tabla son indicativas o orientativas, pero quizás no reflejan la realidad porque son fruto del estudio de una parte concreta de un solo documento. En todo caso pueden ofrecernos una idea aproximativa de la tendencia general.

En conclusión, en la zona minera de Falset-Bellmunt del Priorat (Tarragona), a mediados del siglo XIV, se explotaron tanto galena argentífera como minerales de plata y plata nativa para la obtención de este metal. Pero la plata se obtenía mayoritariamente, y casi exclusivamente, a partir de plata nativa y minerales de plata (acantita y clorargirita).

BIBLIOGRAFÍA

- **ARCHIVO CONSULTADO:** ACDMC: Archivo de la Casa Ducal de Medinaceli en Cataluña. Monasterio de Poblet (Tarragona).
- **Alcover, Antoni M. y Moll, Francesc de B. (1968):** *Diccionari català-valencià-balear*, Editorial Moll, Palma de Mallorca. 10 vols.
- **Gort Juanpere, E. (2003):** *Història de Falset*, Rafael Dalmau, Barcelona.
- **Hunt Ortiz, Mark A. (1998):** "Plata prehistórica: recursos, metalurgia, origen y movilidad", en Germán Delibes (coord.); *Minerales y metales en la prehistoria reciente: algunos testimonios de su explotación y laboreo en la Península Ibérica*, Universidad de Valladolid, Valladolid: 247-289.

- **Lázaro de la Escosura, P. (1976):** "El condado de Prades: Contribución al estudio de sus documentos", *Historia. Instituciones. Documentos.* III, Universidad de Sevilla, Sevilla: 347-396.
- **Rafel, N., Abella, J. y Martínez Elcacho, A. (2003):** "La zona minera del Molar-Bellmunt-Falset: les explotacions de coure, plom i plata i els interessos comercials fenicis al Baix Ebre", *Revista d'Arqueologia de Ponent* núm.13, Universitat de Lleida, Lleida: 155-166.
- **Riu, Manuel (1996):** "Pesos, mides i mesures a la Catalunya del segle XIII: Aportació al seu estudi", *Anuario de estudios medievales* 26/2, CSIC, Barcelona: 825-837.
- **Romero Tallafigo, M. (1979):** "Ordenanzas para la explotación de la plata en el condado de Prades y baronía de Entenza (Años 1343-1352)", *Historia. Instituciones. Documentos.* VI, Universidad de Sevilla, Sevilla: 325-340.

ÁREA 5:
MINERÍA Y METALURGIA
EN LAS EDADES
MODERNA Y CONTEMPORÁNEA

La minería en las Edades Moderna y Contemporánea en León: aspectos de su evolución hasta el momento actual

Roberto Matías Rodríguez
Unión Minera del Norte, S.A. (UMINSA). Departamento de Ingeniería Minera, Universidad de León.
dimrmr@unileon.es

RESUMEN

En la provincia de León se han explotado los recursos minerales desde la más remota antigüedad, pasando por distintas etapas de auge y ocaso, en consonancia con los acontecimientos económicos y políticos de su entorno. Se podría afirmar, sin lugar a dudas, que León ha sido desde siempre una zona minera, mereciendo destacarse el aprovechamiento del cobre y el cinabrio en la prehistoria, las intensas y espectaculares explotaciones de oro en época romana y también la producción de las ferrerías, ya desde la etapa medieval. En las edades Moderna y Contemporánea se acomete progresivamente la explotación de los abundantes recursos de carbón, hierro, talco, mercurio, cobre, cobalto, antimonio, arsénico, así como de sílice, calizas y pizarras ornamentales, manteniéndose en la actualidad una importante actividad minera en los sectores del carbón, minerales industriales y rocas ornamentales.

Asociada a esta actividad minera y a las continuas innovaciones tecnológicas de las explotaciones se producen también movimientos migratorios que afectan al crecimiento de los núcleos de población próximos, con sustanciales modificaciones en sus estructuras económicas y sociales, absolutamente ligadas al devenir de la minería y que dejan profundas huellas, tanto en las gentes como en el entorno, en un proceso de total vigencia en la actualidad, especialmente notable en la minería del carbón.

Palabras clave: carbón, minería leonesa, siderurgia.

ABSTRACT

In the territory of the province of Leon mineral resources have been exploited since ancient times. Mining has undertaken stages of either apogee or decadence, following the economic and political situations of the surrounding. It shall be said, without doubts, that Leon has been always a mining area. There were outstanding cinnabar and copper exploitation in Prehistoric times, gold in the Roman Period and iron works since the Middle Ages. During Modern and Contemporary Times coal, iron, talc, mercury, copper, cobalt, antimony and arsenic are gradually explotted, as well as silica, limestone, shale as ornament stones. Today there is still a very important coal, industrial and ornament stones mining. Associated with mining activity and technology innovations there are migrations which produce important modifications in the economic and social structures. This is still of actuality specially in the case of coal.

Key words: *coal, mining in Leon, siderurgy.*

EL PASADO MINERO DE LEÓN

ETAPA PREHISTÓRICA

El primer aprovechamiento de los recursos líticos en la prehistoria leonesa se ha constatado por el hallazgo en numerosas excavaciones arqueológicas de cantos cuarcíticos tallados por golpeo para la fabricación de útiles muy

rudimentarios. Las herramientas más complejas (puntas de flecha, rascadores, molinos, hachas, etc.) son realizadas preferentemente con materiales importados de más calidad, como el sílex o la fibrolita. El uso desde muy antiguo de pequeñas cantidades de minerales como colorantes, de cierta abundancia en la montaña leonesa (hematites, pirolusita, azurita, malaquita, cinabrio), no dejó necesariamente huellas de su extracción debido a que era posible su recolección en superficie.

Caso aparte lo constituye el cinabrio, de un hermoso color rojo bermellón, que fue objeto de una intensa actividad extractiva de época prehistórica en los yacimientos de Lois, Pedrosa del Rey, Riosol y Las Señales, de la que han llegado hasta nuestros días interesantes restos, entre los que hay que destacar el uso de herramientas de piedra para la extracción del mineral por minería subterránea, alcanzando profundidades superiores a los 50 m. (Alonso *et al.* 2004).

Los comienzos de la metalurgia del cobre ponen en producción numerosos yacimientos, de los cuales el más importante es la mina "La Profunda", redescubierta en 1859, en la que se llegaron a explotar en la prehistoria bolsadas de mineral hasta casi los 70 metros de profundidad. (Matías *et al.* 2000).

ÉPOCA ROMANA

La dominación romana del noroeste hispano se caracteriza por la puesta en producción de la práctica totalidad de los yacimientos de oro de la zona mediante técnicas de minería hidráulica y minería subterránea. Aunque los hallazgos de orfebrería castreña en la zona de León son escasos, es muy probable que los habitantes Astures realizasen ya un aprovechamiento artesanal de las arenas auríferas, actividad que no deja restos sobre el terreno (Sánchez-Palencia, 1983). La mayor concentración de restos de minería aurífera romana que se conserva en el mundo tiene lugar en León, especialmente en las zonas de la Sierra del Teleno y Maragatería, destacando también los yacimientos de Los Ancares y Las Omañas (Domergue, 1987). Los trabajos de minería hidráulica romana son de una magnitud tan grande que las cifras de movimiento de tierras que se manejan, del orden de cientos de millones de metros cúbicos, no ha sido superada hasta bien entrado el siglo XIX. Los restos de la mayor explotación del mundo antiguo, Las Médulas, han sido declarados en 1997 Patrimonio de la Humanidad.

Como rasgo notable también de la minería romana en León se registra en el yacimiento de mercurio de Miñera de Luna la existencia de la única explotación hidráulica romana de *minivm* (cinabrio) conocida hasta la fecha (Matías *et al.* 2001).

MINERÍA MEDIEVAL

El cierre de las explotaciones mineras romanas marcó una etapa de profundo declive de la minería leonesa. Tras la caída del Imperio Romano, cesa la producción minera casi por completo, pasando por un período de varios siglos de escasa actividad, a excepción de pequeñas explotaciones de mineral de hierro para abastecer el consumo local de algunas ferrerías de la zona del Bierzo y Cabrera (Durany, 1987), probablemente algo de mineral de cobre para pinturas o fabricación de bronces, así como la recuperación esporádica y artesanal de oro en arenas auríferas de ríos como el Sil, Duerna o Cabrera.

LOS INICIOS DE LA MINERÍA MODERNA

A finales del siglo XV y principios del XVI las ferrerías medievales modifican progresivamente sus técnicas

mediante la adopción del sistema hidráulico para los accionamientos de fuelles y martinetes, lo que mejora notablemente la calidad de los productos obtenidos. Esta innovación tecnológica vendrá de la mano de "ferrones" procedentes del País Vasco (Balboa, 1990). Se tienen también noticias de la concesión de permisos para beneficiar minas de "oro, plata y cobre" en Vega de Perros (actual Vega de Caballeros) en el año 1591 y en Mora de Luna en el año 1625, aunque estos intentos de explotación no prosperaron.

La principal actividad minero-metalúrgica durante el siglo XVII será la que se registra en las ferrerías de la zona oeste de León en las comarcas del Bierzo y Cabrera. Estas se instalan en las proximidades de los cauces fluviales en zonas con abundantes recursos madereros para su utilización como combustible en la transformación del mineral de hierro. La mayoría de estos establecimientos son de propiedad monacal o de familias poderosas que ceden su explotación en arriendo con participación en los beneficios. El uso generalizado e intensivo del carbón vegetal como combustible para el proceso metalúrgico provocará un serio peligro de desforestación que obliga al dictado de normas de protección, como la que se recoge en unas ordenanzas del lugar de Friera en 1671: "*ordenamos que ninguna persona sea ossada a cortar en las deesas... de este territorio poca ni mucha cantidad*".

Durante las obras del trazado de la carretera Madrid-Coruña se ponen de manifiesto importantes recursos de carbón que impulsarán al ingeniero encargado, Carlos Lemaur, a denunciar en 1760 varias concesiones para la explotación conjunta de los recursos de hierro del área de Paradasolana y carbón de Torre del Bierzo, intento que lleva a la construcción de las ferrerías de Torre del Bierzo y de San Andrés de Las Puentes.

En el siglo XVIII, el Conde de Toreno, D. José Queipo de Llano, perteneciente al movimiento de la Ilustración Asturiana, en los discursos pronunciados en la Real Sociedad de Oviedo (1781-1786) presenta una ponencia sobre "*Descripción de varios mármoles, minerales y otras diversas producciones que ha descubierto en dicho Principado, y sus inmediaciones*" relatando, concretamente, la presencia de varios yacimientos de plomo, cobre y zinc en el Bierzo, Ancares y Cabrera (datos aportados por el naturalista D. Antonio de Prado Enríquez de Ponferrada), así como canteras de mármoles en Tejedo del Sil y en los Concejos de Babia Baja y del Río Luna.

Paralelo al inicio de la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII tiene lugar una reactivación generalizada de la minería en todo el mundo. El desarrollo industrial generó una fuerte demanda de hierro y carbón así como del resto de sustancias metálicas conocidas de la época, imprescindibles para la fabricación de maquinaria, herramientas y utensilios diversos, demanda que necesariamente tuvo que ser atendida por un incremento espectacular de la producción minera, sin parangón desde época romana.

Este desarrollo llega a la provincia de León con un considerable retraso motivado fundamentalmente por lo inapropiado de las vías de comunicación que requeriría la inversión de grandes capitales para poner en producción los ricos yacimientos ya conocidos de hierro y carbón, en detrimento de otras zonas costeras vecinas (Asturias, Cantabria, Lugo y Vizcaya). Un factor a tener en cuenta fue la escasez manifiesta en todo el territorio de mano de obra cualificada con capacidad para dirigir las explotaciones, unido a la ausencia de un tejido industrial desvinculado de la actividad agraria, todo ello inmerso en una estructura socioeconómica que rayaba la autosuficiencia.

En base a la presencia conocida en la provincia de León de indicios de importantes reservas de hierro y carbón, materia prima de la industria siderúrgica, además de otros metales de gran demanda, se inicia una intensa exploración en las primeras décadas del siglo XIX, aunque con un notable retraso respecto a otras provincias vecinas y al resto del entorno europeo, en donde Inglaterra, Alemania y Francia marcan ya desde hace décadas la pauta del desarrollo. Como consecuencia de estos trabajos y a pesar de la escasez de capitales, las deficientes vías de comunicación y las dificultades de tratamiento metalúrgico de algunas menas, se llegan a crear ya desde un principio sociedades para la explotación y beneficio de yacimientos de carbón, hierro, cobalto, cobre y plomo, aunque los movimientos especulativos se llevan un porcentaje muy elevado de los recursos económicos.

Así las cosas, hasta bien entrado el siglo XIX no se inician los primeros proyectos empresariales de cierta envergadura, fundamentalmente en la zona geográfica comprendida entre el río Bernesga y el límite oriental de la provincia. Este ambiente de "furgón de cola" del desarrollo tiene su repercusión inicial en la aparición tardía de

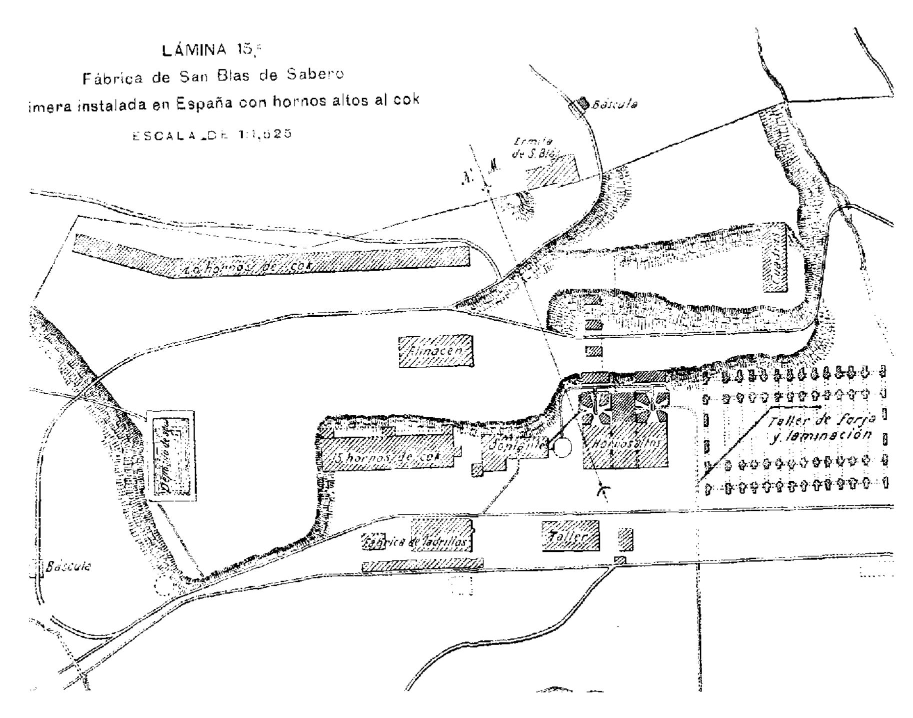


Figura 1. Fábrica de hierro de San Blas (Sabero-León).

estudios y publicaciones, que únicamente ven reflejada la actividad minera leonesa desde la segunda mitad del siglo XIX. No obstante, una vez iniciado el interés, los yacimientos mineros de León serán objeto de una adecuada atención, reflejada en las principales publicaciones especializadas, como Revista Minera o el Boletín Geológico y Minero.

Es de destacar, a comienzos del siglo XIX el intento de emplazar una fábrica de armas en la localidad de Villafranca del Bierzo, cuyos estudios preliminares fueron encargados al ingeniero Munárriz (Balboa, 1992). Finalmente, tras una valoración de los minerales e infraestructuras del entorno, el lugar elegido sería Asturias, por su mejor comunicación con las vías marítimas. No obstante, la presencia abundante de mineral de hierro motivó la construcción en Paradaseca de una fundición, cuya existencia efímera se vió truncada definitivamente por la Guerra de la Independencia, quedando las instalaciones destruidas en la retirada de los franceses. Hasta después de mediados del siglo XIX existirán en la zona del Bierzo 16 ferrerías en funcionamiento que viven un período de apogeo debido a las necesidades de hierro por la roturación intensiva de nuevas tierras procedentes de la desamortización eclesiástica, el crecimiento demográfico experimentado entre 1820 y 1860, además de la importante crisis de la siderurgia vasca producto de los elevados aranceles y la inestabilidad provocada por las guerras Carlistas.

Fruto de este apogeo siderúrgico, a mediados del siglo XIX tiene lugar la puesta en marcha en Sabero por la Sociedad Palentina-Leonesa de Minas de la primera industria siderúrgica integral de España con "hornos altos" alimentados por carbón de cok. La vida de esta fábrica fue efímera, viéndose abocada al cierre en 1863, a pesar de las abundantes reservas de carbón y mineral de hierro de las inmediaciones. Las causas generales del cierre de este importante establecimiento siderúrgico son fruto de una crisis del sector provocada por reformas arancelarias que favorecen las industrias siderúrgicas del Cantábrico (Asturias, Santander y Vizcaya), los elevados precios del transporte y la falta de capitales inversores, además de problemas en el tratamiento metalúrgico, de escaso rendimiento

y que no conseguía productos de suficiente calidad (Quirós, 1972). La crisis afectará también a las ferrerías bercianas que acabarán cerrando a finales del siglo XIX o principios del XX, inmersas en un entorno socioeconómico muy deprimido y sometido a una fuerte emigración.

Son notables también los intentos de explotación de numerosos yacimientos auríferos, ya ampliamente trabajados por los romanos, aunque no se llegó a una producción apreciable (González Lasala, 1877). Se trabajaron de forma mecanizada algunos aluviones de los ríos Sil y Omañas, con escasos resultados, y también se investigaron mediante minería subterránea filones de cuarzo aurífero en Candín y Salientes, manteniéndose hasta bien entrado el siglo XX las extracciones artesanales en las arenas del Sil.

En el área de Villamanín-Cármenes, entra en plena producción a finales del siglo XIX la mina "La Profunda", que venía tímidamente funcionando desde 1860, erigiéndose como la principal productora de cobalto de España, obteniendo además importantes cantidades de cobre y níquel. El descubrimiento de este rico yacimiento provocó una verdadera "fiebre" de denuncias mineras en toda la zona, aunque las prospecciones arrojaron resultados negativos, a excepción de la mina "Divina Providencia", si bien, la complejidad de su mena para la tecnología metalúrgica de la época redujo notablemente su rendimiento (Matías, 1996).

Sobre la minería del carbón, los conocimientos documentados sobre las reservas se remontan al siglo XVIII con el descubrimiento de las capas de Torre del Bierzo por Carlos Lemaur (1760), los informes del Conde de Toreno (1781-1786), los estudios abordados por las Sociedades de Amigos del País de la provincia, como la Económica de Astorga, que descubre reservas de carbón en Matallana, Serrilla y Villalfeide o el viaje de Jovellanos en 1792, que pone de manifiesto indicios de carbón en la zona de la Magdalena (Mora de Luna, Camposagrado y Canales). Los primeros intentos de explotación industrial del carbón en el siglo XIX se registran en la Cuenca de Sabero-Valderrueda

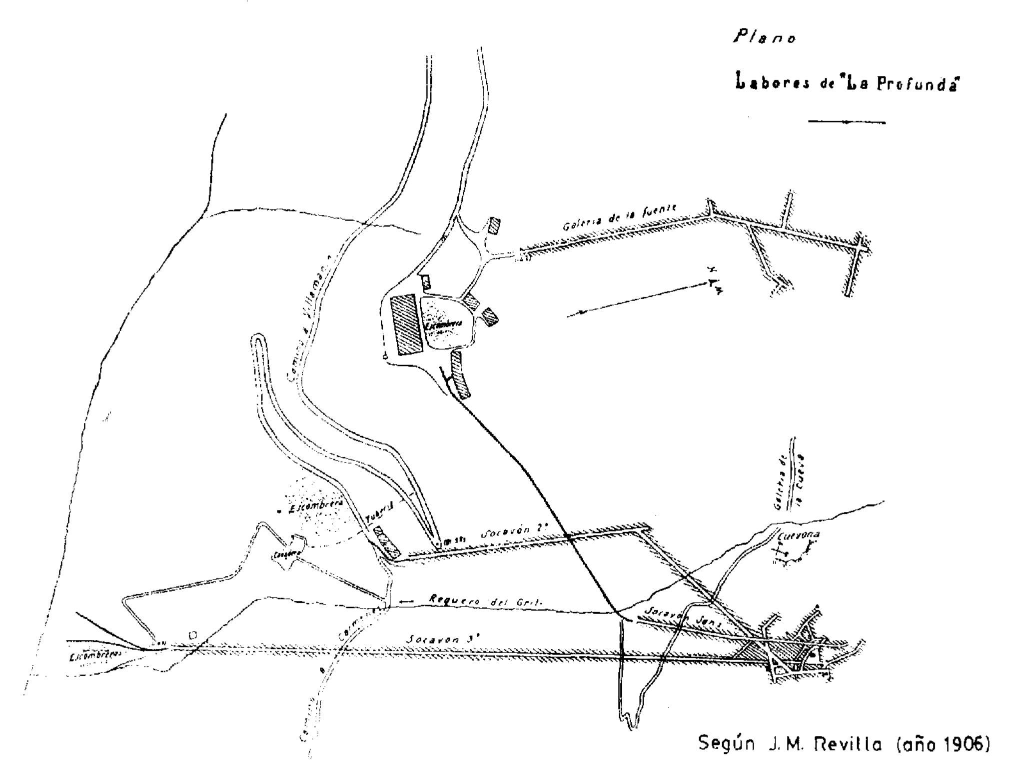


Figura 2. Instalaciones exteriores de la mina "**La Profunda**".

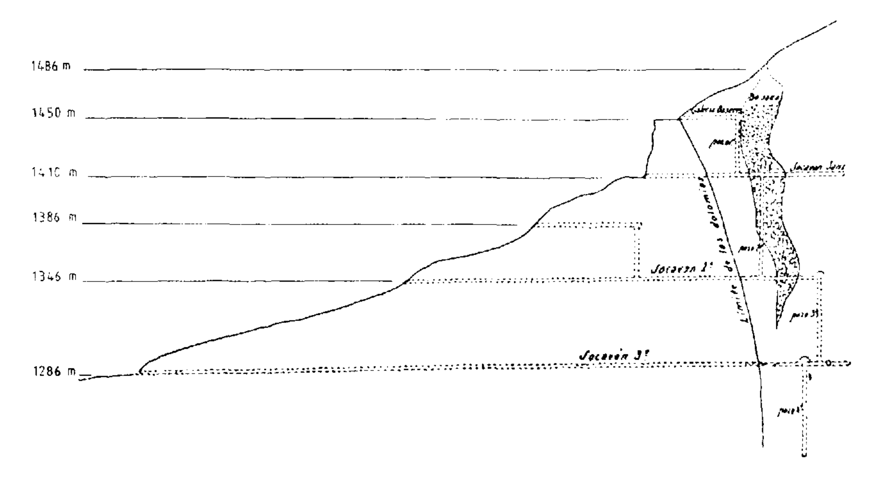


Figura 3. Corte vertical de las labores de la mina "La Profunda".

con pequeñas extracciones ilegales. Como datos oficiales, en febrero de 1843 se denuncia una concesión en Viloria y en junio de ese mismo año se denuncia la concesión "Estigia" en Fabero (Sen, 1993).

Los libros de registro de denuncias mineras, iniciados a partir de 1850 en la provincia de León, recogen las primeras concesiones de explotación de carbón en la cuenca de Valderrueda en 1853. Poco a poco estos registros se extenderán en los años siguientes hacia el este, hasta la cuenca de La Magdalena.

La llegada en 1883 del ferrocarril Madrid-Coruña a la provincia de León servirá para dar salida a los carbones de la zona de Bembibre y pequeñas cantidades procedentes de las cuencas de La Magdalena y La Robla. La existencia de esta importante vía de comunicación permitirá la posibilidad de contemplar nuevos proyectos mineros gracias a una mayor facilidad para dar salida a las producciones. La construcción y puesta en servicio en 1894 del Ferrocarril de vía estrecha La Robla-Valmaseda para abastecer con carbón leonés y palentino a la siderurgia vasca supondrá, por un lado, el desarrollo de la minería del carbón en las cuencas de La Robla-Matallana, Sabero y Valderrueda, por otro lado, la condena definitiva para un posible establecimiento de la industria siderúrgica en la zona.

SIGLO XIX — SIGLO XX
1800 1810 1820 1830 1840 1850 1860 1870 1880 1890 1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990
HIERRO
CARBÓN
ORO
PLOMO-ZINC
COBRE-COBALTO
WOLFRAMIO
MANGANESO
ANTIMONIO
FLUOR
MERCURIO
ARSÉNICO
URANIO
TALCO
SÍLICE
BARITINA
CALCITA
DOLOMITA

LEYENDA: ACTIVIDAD EXTRACTIVA CONTINUADA
ACTIVIDAD EXTRACTIVA ESPORÁDICA
FASES DE INVESTIGACIÓN MINERA

Figura 4. Principales etapas de actividad de la minería leonesa en los siglos XIX y XX.

MINERÍA CONTEMPORÁNEA

La minería del carbón leonesa empieza el siglo XX con una producción de 220.000 Tm frente a las 1.420.000 de las minas asturianas, alcanzando el total nacional 2.800.000 Tm. Por el ferrocarril de La Robla saldrían hacia Bilbao 140.000 Tm., lo que supone más del 60 %. La producción de carbón quedaría estancada hasta 1914 por deficiencias en las infraestructuras de explotación, estando las labores situadas a favor del nivel de los valles, aprovechando los arrastres, ventilaciones y desagües naturales, por lo que se necesitaba, para continuar adecuadamente las explotaciones, la realización de pozos verticales que los pequeños mineros no podían acometer. En estas fechas las dos únicas sociedades mineras de importancia eran "La Hullera Vasco-Leonesa" y "Hulleras de Sabero y Anexas". Los estudios sobre las posibilidades de la minería leonesa apuntan hacia producciones del orden de 1.600.000 Tm. si se resuelven los principales problemas de las minas de carbón: estimular y aumentar el rendimiento de los obreros de arranque, mecanización de las minas y utilización de menudos sin lavar (Revilla, 1906).

El elevado precio alcanzado por el antimonio a principios de siglo posibilita la puesta en producción de los yacimientos situados en el área de Maraña-Riaño, para lo que se construyen en 1915 dos hornos en Riaño que se abastecen de las múltiples minas del entorno. La irregularidad de las mineralizaciones no permite una explotación prolongada, por lo que su vida es efímera.

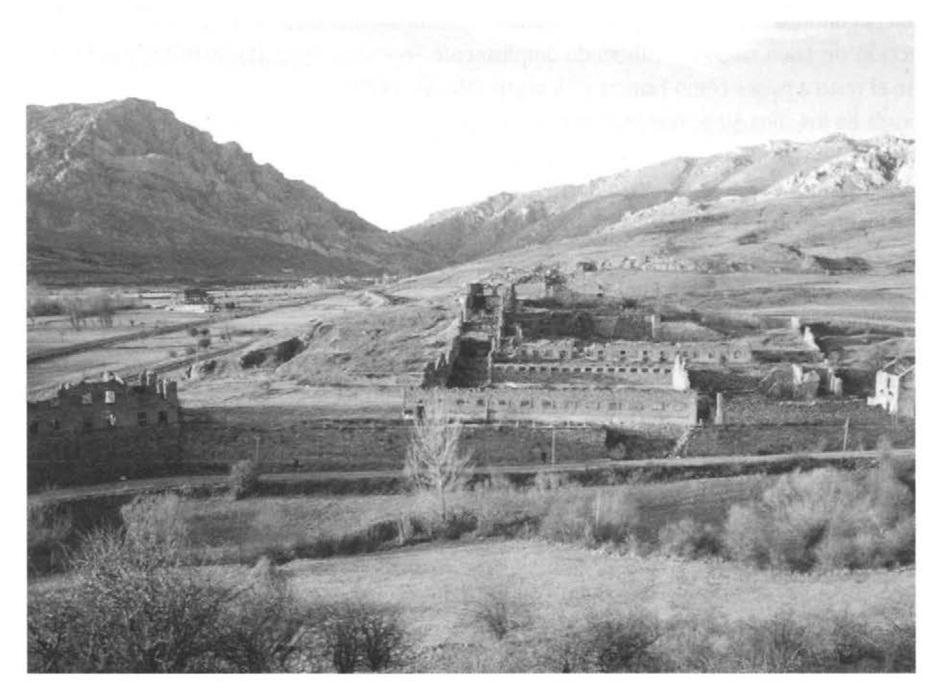


Foto 1. Instalaciones de la *"Metalúrgica de Villamanín"*.

En las primeras décadas del siglo XX, en plena I Guerra Mundial, el ingeniero Julio Lazúrtegui propuso el aprovechamiento de los abundantes recursos de hierro de Paradasolana, en conjunción con los yacimientos de carbón próximos, para el establecimiento de una importante industria siderúrgica, aunque sus intentos no fructificaron por la falta de capitales y tradición industrial en la zona y la oposición de los industriales vascos (Lazúrtegui, 1918).

A pesar de que el carbón de las cuencas de La Robla, Sabero y Valderrueda ya salía hacia las industrias siderúrgicas de Vizcaya por el ferrocarril de La Robla-Valmaseda construido en 1889, el aumento de precios y la demanda de carbón durante la I Guerra Mundial dio el empujón definitivo a las explotaciones carboníferas de la provincia de León, en un período que se conocería como la "orgía hullera", entrando también en producción la lejana cuenca de Villablino, para lo cual se construyó en un tiempo récord el ferrocarril de vía estrecha Ponferrada-Villablino, que se puso en funcionamiento en 1919, durando nada más ocho meses su construcción, en la que llegaron a intervenir 4500 trabajadores. Ligado al desarrollo de este ferrocarril, el 31 de diciembre de 1918 tuvo lugar la fundación de la "Sociedad Minero-Siderúrgica de Ponferrada" con un capital de 30.000.000 pts, nacida con el propósito de explotar conjuntamente los recursos de hierro y carbón del Bierzo-Laciana para poder abastecer un centro siderúrgico en el Bierzo (Álvarez *et al.* 2000).

A lo largo del siglo XX ambas minas, especialmente "La Profunda" dedicarían sus esfuerzos a la búsqueda de nuevas masas y el aprovechamiento del mineral presente en las escombreras, llegándose a construir en 1929, en las inmediaciones de Villamanín, una gran planta de tratamiento electrometalúrgico y un cable aéreo hasta "La Profunda" que apenas dio rendimiento por la inexactitud de los cálculos realizados en cuanto a la disponibilidad de mineral en las escombreras y minas. Esta moderna planta sería destruida durante la Guerra Civil, junto con las instalaciones exteriores de "La Profunda" y "Divina Providencia". (Matías, 1996).

En 1925 se descubrieron los importantes yacimientos de talco de Puebla de Lillo, cuya explotación ha sido realizada de manera continua hasta la fecha, suministrando actualmente mediante minería a cielo abierto más del 90 % de la producción de talco nacional, cubriendo ampliamente las necesidades internas de la industria nacional y exportándose el resto a países como Francia y Alemania (Matías, 1997b).

En la década de los años 30 se registran intensos movimientos sindicales en las cuencas carboníferas de León, abriéndose un período extraordinariamente conflictivo que culminará con el levantamiento en armas de los mineros de Fabero en 1934, coincidiendo con el movimiento minero asturiano y los múltiples desórdenes acaecidos en todo el país. La Guerra Civil (1936-39) paralizará buena parte de la actividad de las cuencas mineras. La contienda supuso un freno al desarrollo de la industria minera, especialmente en aquellos lugares donde se emplazaron frentes de batalla, siendo afectadas numerosas instalaciones, como las de La Robla, Santa Lucía o Sabero (Sen, 1988). Después de la contienda, grupos de prisioneros republicanos serían obligados a trabajar en las minas de carbón. No obstante, el sector del carbón recibe un nuevo impulso durante la II Guerra Mundial (1940-1945) y vivirá un período prolongado de intensa actividad durante el que se acometerán muchas obras de infraestructura, como los tranvías aéreos para transportar el carbón de la Cuenca de Fabero al ferrocarril de Ponferrada-Villablino, la construcción del primer grupo termoeléctrico de la Central de Compostilla en Ponferrada, etc.

La importancia estratégica del wolframio durante la II Guerra Mundial hizo que se registrase una intensa actividad extractiva en la comarca del Bierzo, que cuenta con interesantes yacimientos, espoleada por unos elevadísimos precios del mineral. El motivo de este alza de precios se debió al intento Aliado de reducir todo lo posible el suministro de wolframio a los alemanes, metal utilizado en la industria bélica para la elaboración de aceros aleados de alta resistencia al impacto, usados como blindaje y en la fabricación de armamento. Tras el cese de la contienda, se paralizan inmediatamente las explotaciones, que se reactivan otra vez durante la Guerra de Corea, por una nueva alza de los precios, viéndose abocadas al cierre definitivo poco después.

En la década de los 50 comienza la explotación intensiva de los importantes yacimientos de hierro de los Cotos "Wagner" (1952), propiedad de la Minero-Siderúrgica de Ponferrada, y "Vivaldi" (1955) cuyos minerales eran exportados directamente hacia Alemania y una parte procesado en los altos hornos de Bilbao (Cámara de Comercio e Industria de León, 1957). El problema del elevado contenido en fósforo del mineral, que perjudica a las características mecánicas del hierro obtenido, quedaba solucionado mediante el uso de hornos del tipo "Martin-Siemens". Sin embargo, la entrada en el mercado internacional de minerales brasileños y africanos, de gran calidad y a costes

mucho más bajos, así como de productos siderúrgicos procedentes de Asia, obligó al cierre de las explotaciones a mediados de los 80, a pesar de contar con grandes reservas fácilmente accesibles.

La minería del mercurio tuvo su apogeo en los años 60-70. Los elevados precios alcanzados por el metal líquido y sus derivados, masivamente utilizados por la industria de la época, posibilitó la apertura de varias explotaciones repartidas por la provincia, contando cada una de ellas con instalaciones de destilación propias. Tras la caída del precio del mercurio en los mercados a finales de los 70, consecuencia de varios desastres medioambientales ocurridos por el uso del mercurio y derivados, las explotaciones se paralizan. En las minas de Riosol se llegó a instalar un moderno horno rotativo que luego fue trasladado para ponerlo en funcionamiento en las minas de Almadén.

La crisis del petróleo de los años 70 incentivó de nuevo la minería del carbón, promoviendo una intensa mecanización de las explotaciones subterráneas y la entrada en juego de la minería a cielo abierto (Cortizo, 1977). Paulatinamente, el destino final del carbón ha sido el de las centrales termoeléctricas, reduciéndose cada vez más sus usos industriales y domésticos, consecuencia de un cambio en los hábitos de vida de la población, de la aplicación de dudosos criterios económicos a favor de los productos petrolíferos y el endurecimiento de la legislación medioambiental. La entrada de España en la Comunidad Económica Europea obliga a reducir paulatinamente el apoyo del Gobierno a las explotaciones de carbón, por lo que el sector se encuentra sometido en este momento a un vertiginoso proceso de reestructuración y modernización.

PANORAMA ACTUAL DE LA MINERÍA LEONESA

El sector minero de la provincia de León representa en la actualidad aproximadamente el 15 % de la economía provincial, con una tasa de empleo de cerca de 10.000 trabajadores, de los cuales más de la mitad pertenecen sólo a la minería del carbón. La actividad minera se reparte en varios sectores como son el energético, minerales industriales, rocas ornamentales, áridos y minería metálica.

De todos ellos, el que menos actividad presenta es la minería metálica, con tan sólo trabajos esporádicos de prospección para oro en las zonas de Riaño, Salamón, Omañas, Candín y Maragatería, de los que tan sólo se constatan actualmente trabajos de investigación superficial en esta última zona.

Los áridos han experimentado un importante auge debido al constante crecimiento de la construcción y la realización de infraestructuras, augurándose un buen futuro al sector en la próxima década.

Las rocas ornamentales, con la pizarra como máximo exponente, seguida de calizas tableadas y cuarcitas, lleva en constante crecimiento desde los últimos años, a pesar de los vaivenes de la economía mundial, impulsado también por el auge de la construcción y la creciente utilización de la piedra natural como elemento decorativo (Matías y Fernández, 1997c). El desarrollo tecnológico en la extracción y tratamiento de la pizarra ha llevado a la realización de explotaciones subterráneas de gran envergadura que se iniciaron en la zona de Orense (Matías, 1998a) y comienzan a introducirse en la zona de León, como la mina subterránea de Pizarras Expiz situada en Odollo (Castrillo de Cabrera).

Los minerales industriales como sílice y talco llevan mucho tiempo en el sector manteniendo su actividad. La fábrica de la Vidriera Leonesa, S.A., actualmente perteneciente al grupo Barbosa, de capital portugués, se suministra de materia prima (sílice) en la cantera de Valdecastillo (Boñar). El talco, por su importante abanico de aplicaciones (plásticos, papel, pintura, caucho, cosméticos, etc.) y la escasez de yacimientos, tiene asegurado su futuro. La producción bruta de talco de la variedad microcristalina, proporcionada en su totalidad por la cantera de Respina en Puebla de Lillo, de la empresa Sociedad Española de Talco, S.A., del Grupo Luzenac, supera las 100.000 Tm.

El carbón es el sector de la minería con mayor peso específico, con empresas emblemáticas como la Minero-Siderúrgica de Ponferrada, S.A. (MSP) y la S.A. Hullera Vasco-Leonesa, con muchas décadas de actividad, o Unión

Minera del Norte, S.A (UMINSA), fruto de la reciente fusión de 14 empresas mineras en distintas zonas carboníferas (Matías, 1998b). La producción conjunta del sector del carbón en la provincia ronda los 4,5 millones de toneladas, la mayoría destinada a la generación de energía eléctrica.

Desde la entrada de España en la Comunidad Económica Europea el sector energético se encuentra sometido a una progresiva reducción de las ayudas estatales, tal y como ha quedado establecido en varias directivas europeas de aplicación a todo el entorno CEE. Con objeto de mitigar en lo posible el impacto socioeconómico que esto supone para las cuencas mineras, que han de optimizar y recortar su actividad dentro del marco de ayudas del Plan del Carbón 1998-2005, la minería del carbón se encuentra sometida a un proceso de reconversión (Matías, 1997a) que ha supuesto la concentración y progresiva modernización de las explotaciones hasta llegar a alcanzar un elevado grado de productividad.



Foto 2. Acceso actual a la parte superior de "La Profunda".

ENTORNO SOCIOECONÓMICO

El entorno socioeconómico al que se enfrenta ya desde un principio el lanzamiento de la actividad minera en León en el siglo XIX, y que será la causa principal del retraso de su desarrollo dentro del contexto nacional, está basado en una economía fundamentalmente agroganadera profundamente arraigada y que roza la autosuficiencia, por lo que el terreno provincial carece de las infraestructuras adecuadas, tanto para proporcionar una fluida corriente de salida de sus productos como para afrontar las nuevas necesidades de capitales, mano de obra y suministro de materiales.

Un factor primordial a tener en cuenta es la procedencia del capital necesario para poner en marcha los pro-

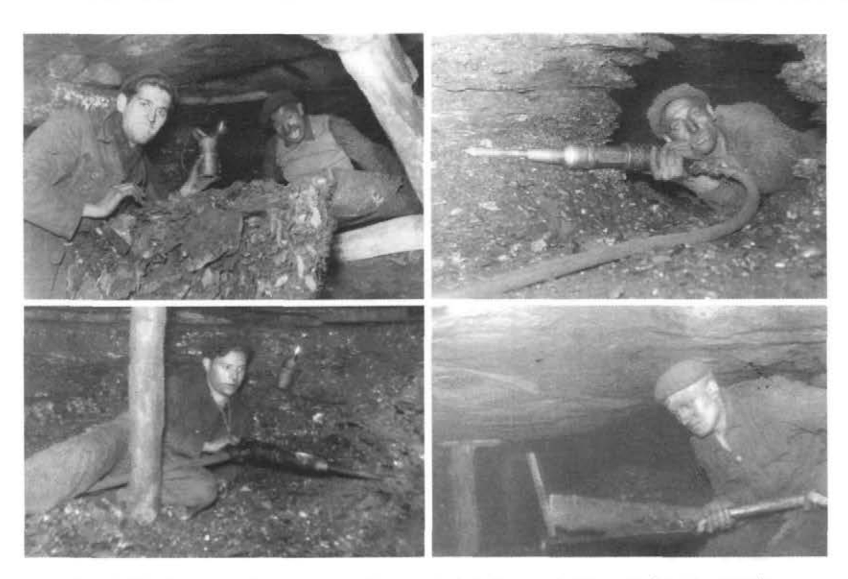


Foto 3. Picadores y ayudantes en capas de antracita de la Cuenca de Fabero (León). Año: 1950-60.

yectos empresariales del sector minero, capital que generalmente viene de fuera de la provincia y que se encuentra en manos de empresarios y políticos con intereses mineros ya creados en otros lugares con un desarrollo más avanzado y por lo tanto con mejores infraestructuras (Revilla 1906). Estos potenciales inversores se sentirán atraídos por los yacimientos de León, bien para aumentar sus beneficios mediante su explotación, bien para evitar competencias a sus productos mediante la especulación, aprovechando en todo momento las oscilaciones del mercado a las que la minería se muestra siempre tan sensible.

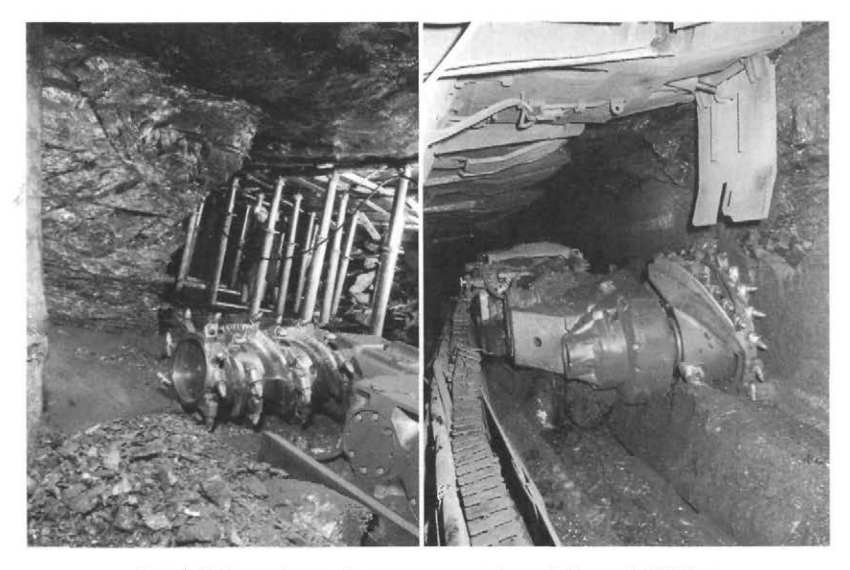


Foto 4. Modernos sistemas de arranque por rozadora en la Cuenca de Villablino.



Foto 5. Sostenimiento en capas de gran potencia (Cuenca de Villablino).

Esta serie de condicionantes perseguirán al sector minero leonés prácticamente hasta finales del siglo XX, en especial en lo que al tema de comunicaciones se refiere. Los movimientos migratorios de los años 60 cambiarán la tendencia del predominio de la actividad agroganadera con la llegada de abundante mano de obra foránea que romperá la estructura agrícola de las poblaciones próximas a los núcleos mineros. El alojamiento de esta avalancha de mano de obra supondrá un problema para las infraestructuras locales por la falta de viviendas adecuadas, paliado en algunos casos por las propias empresas, que construyen los "poblados" para los obreros.



Foto 6. Explotación mecanizada de capas estrechas (Grupo Peñarrosas de UMINSA).

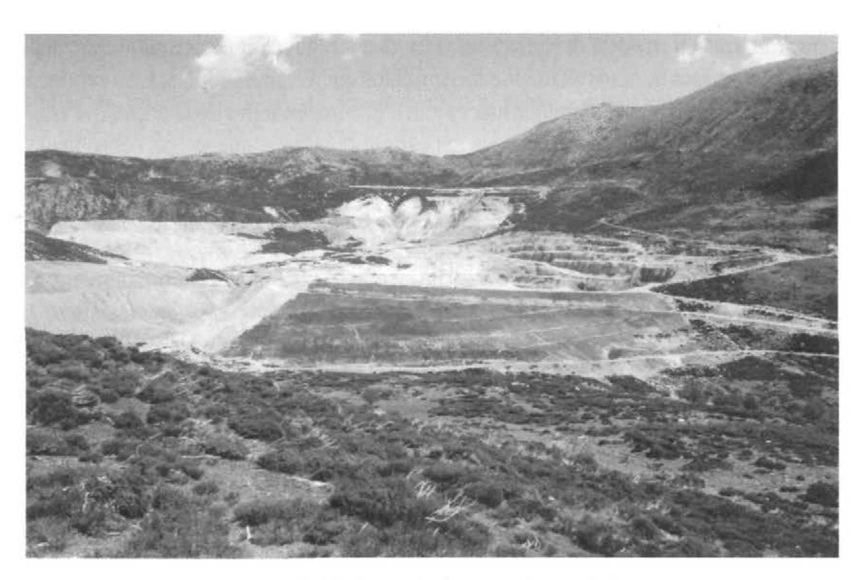


Foto 7. Minería del talco a cielo abierto en el paraje de Respina.

El intervencionismo estatal de la segunda mitad del siglo XX, en plena autarquía, promovió una explotación más intensiva que racional de los recursos de carbón de la provincia. El apoyo a la modernización de las industrias mineras introdujo tímidamente la necesaria mecanización, aunque resultó en muchos casos un instrumento para encubrir la mayoría de las veces intereses particulares y políticos, lo que llevará a la minería del carbón leonesa al borde del colapso tras la apertura de los mercados interiores al carbón internacional. La adhesión de España a la Comunidad Económica Europea supondrá un obligado ajuste paulatino de las empresas a la realidad económica del

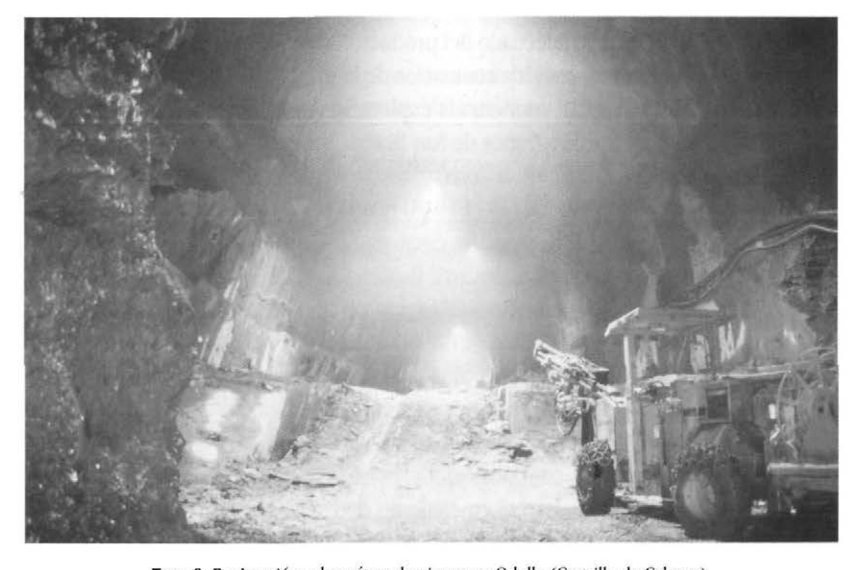


Foto 8. Explotación subterránea de pizarra en Odollo (Castrillo de Cabrera).

momento y del entorno. Tras un período de cierres incentivados y reducción de actividad que va de 1992 a 1998, se crean en León grandes grupos mineros altamente mecanizados que verán multiplicada su productividad. La entrada en vigor del Plan del Carbón 1998-2005 para hacer efectivo el cumplimiento de la normativa energética europea ha supuesto un marco estable para la minería leonesa del carbón durante el que se han consolidado las estructuras de producción para afrontar un futuro que, si bien incierto, aunque influenciado positivamente por los elevados precios del petróleo, queda pendiente de numerosas decisiones de carácter político.

No obstante, resulta difícil de valorar adecuadamente en unas líneas las profundas transformaciones que se han producido en toda la geografía leonesa, no sólo por la influencia de la minería, sino también a consecuencia de múltiples factores políticos y sociales relacionados con el sector, sometidos a continuas mutaciones a lo largo de un período como el que nos ocupa, precisamente la etapa de más cambios y transformaciones que ha experimentado la Humanidad.

CONCLUSIONES

En el territorio de la actual provincia de León se han explotado los recursos minerales desde la más remota antigüedad, pasando por distintas etapas de auge y ocaso, en consonancia con los acontecimientos económicos y políticos de su entorno. Se registran notables explotaciones mineras en la Prehistoria y Época Romana. En la Edad Media apenas existe una producción de hierro que llega a ser importante a finales de la Edad Moderna. Desde finales del siglo XIX y principios del XX se han puesto en explotación los recursos de carbón, hierro, talco, mercurio, cobre, cobalto, antimonio, arsénico, así como de sílice, calizas y pizarras ornamentales, manteniéndose actualmente una importante actividad extractiva que se centra en la minería del carbón, minerales industriales y rocas ornamentales.

La actividad minera moderna coexistió desde el inicio de su desarrollo con unas explotaciones agrícolas y ganaderas prácticamente de autosuficiencia. La llegada de las comunicaciones por ferrocarril, que tiene lugar a partir de mediados del siglo XIX, cambia lentamente el panorama socioeconómico, aunque siempre con un notable desfase respecto a aquellas provincias con salida al mar. A medida que fueron mejorando las vías de comunicación, se hizo posible la puesta en producción de distintos recursos, con los avatares propios de toda actividad minera: disponibilidad de maquinaria y mano de obra, precio adecuado del producto, recursos y leyes suficientes, etc. Como hitos fundamentales del siglo XIX este siglo se registran los comienzos de la producción oficial de carbón en las cuencas de Bembibre y Valderrueda. En la segunda mitad comienza la explotación del cobalto y cobre de la mina "La Profunda", así como el establecimiento de la fábrica siderúrgica de San Blas de Sabero, que aprovecha durante un breve período de tiempo los recursos de hierro y carbón de la zona.

La primera gran guerra europea del siglo XX (1914-1918) marcó el despegue definitivo de la minería del carbón leonesa, extendiéndose ya la producción al resto de las cuencas carboníferas del oeste de la provincia: Villablino y Fabero-Sil. Se construye en un tiempo récord el ferrocarril Ponferrada-Villablino, actualmente todavía en servicio de transporte minero, con vistas a un aprovechamiento siderúrgico integral de los abundantes recursos de hierro y carbón, aunque estos proyectos siderúrgicos del Bierzo no se llevarían nunca a cabo.

En 1926 se pusieron en marcha las minas de talco de Puebla de Lillo, actividad que ha perdurado hasta la fecha, siendo actualmente este yacimiento el primer productor europeo de talco microcristalino, mineral de amplios usos industriales: cerámica, caucho, papel, cosméticos, plásticos, medicina, etc.

Asociada a esta actividad minera y a las continuas innovaciones tecnológicas de las explotaciones se producen también movimientos migratorios que impulsan el crecimiento de los núcleos de población próximos con sustanciales modificaciones en sus estructuras económicas y sociales, absolutamente ligadas al devenir de la minería y que dejan profundas huellas, tanto en las gentes como en el entorno.

BIBLIOGRAFÍA

- **Alonso, E., Matías, R., Fuertes, N., Pérez, L., San Román, F. y Neira, A. (2004):** "Evidencias de minería antigua en la cuenca alta del río Esla (León-España)". Actas del *II Simposio sobre Minería y Metalurgia Históricas en el Sudoeste Europeo*. Madrid, 2004. En prensa.
- **Álvarez, M., Bent, M., Pérez, D. y Prieto, Ll. (2000):** *El ferrocarril de Ponferrada a Villablino y la minería en el Bierzo*. Monografías del Ferrocarril, nº 13. Lluís Prieto, Editor. Barcelona, 336 p.
- **Balboa, J.A. (1990):** *Hierro y Herrerías en el Bierzo Preindustrial*. Diputación de León. Gráficas Celarayn, 196 p.
- **Cámara de Comercio e Industria de León (1957):** *Economía Leonesa. Pequeña historia de su evolución*. Publicación de la Cámara Oficial de Comercio e Industria de León con motivo de su 50 aniversario. 214 p.
- **Conde de Toreno (1756):** *Discursos pronunciados en la Real Sociedad de Oviedo en los años 1781 y 1783*. (Descripción de varios mármoles, minerales y otras diversas producciones del Principado de Asturias y sus inmediaciones). Madrid. Ed. facsímil, Biblioteca Popular Asturiana, Oviedo, 1978, 62 + 100 p.
- **Cortizo, T. (1977):** *Las Cuencas Mineras Leonesas (aproximación a su estudio geográfico)*. Institución "Fray Bernardino de Sahagún" de la Diputación Provincial de León. León, 115 p.
- **Domergue, C. (1987):** *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Casa de Velázquez, Madrid. Série archéologie, 8, 2 Vol. (Vol. I, 244 p.; Vol. II 117 p.).
- **Durany, M. (1987):** La actividad minera en el Bierzo Medieval (900-1300). *Revista Bierzo*, Ponferrada, pp. 109-113.
- **González Lasala, J. (1877):** "Memorias facultativa y económico-administrativa referentes a la explotación de las minas de oro existentes en las márgenes del Sil". *Informe para los accionistas de la Sociedad Montañesa-Galaico-Leonesa. Santander 1877*. Edición facsímil de librerías París-Valencia. Valencia 1995, 40 p.
- **Lazúrtegui, J. (1918):** *Una nueva Vizcaya a crear en el Bierzo*. 1ª Edición: Imprenta Viuda e Hijos de Grijelma, Bilbao. Reproducción del Instituto de Estudios Bercianos. Grama Gráficas, 1995, Ponferrada, 135 p.
- **Matías, R. (1996):** "El Distrito Minero Profunda-Providencia". *Revista de Minerales*, vol. 1, nº 6-3/96, pág. 158-183. Diciembre 1996.
- **Matías, R. (1997a):** "La Minería del Carbón en España: pasado, presente y... futuro?". *Canteras y Explotaciones*. Nº 357. Mayo 1997. Pág. 74-92.
- **Matías, R. (1997b):** "LUZENAC SET (1925-1997): un modelo a seguir frente al reto de los mercados del Siglo XXI". *Canteras y Explotaciones*. Nº 362. Noviembre 1997. Pág. 20-38.
- **Matías, R. (1998a):** "Nuevas Técnicas de Minería: explotación subterránea de pizarra ornamental. CAFERSA. Riodolas (Orense)". *Canteras y Explotaciones*. Noviembre 1998. Pág. 24-32.
- **Matías, R. (1998b):** "Panorama de la minería del carbón en España para 1998". *Canteras y Explotaciones*. Nº 371. Septiembre 1998. Pág. 30-36.
- **Matías, R., Alonso, E. y Neira, A. (2001):** "La explotación romana del minivm (cinabrio) en Miñera (León-España). Un ejemplo único de minería romana". Actas del *Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro*. Beja, Octubre 2001. Lisboa 2002, pp. 273-290.
- **Matías, R. y Fernández Bayón, G.M. (1997c):** "La pizarra ornamental en España". *Canteras y Explotaciones*. Nº 363. Diciembre 1997. Pág. 22-29.
- **Matías, R., Neira, A. y Alonso, E. (2000):** "La explotación prehistórica del yacimiento de cobre de la mina "La Profunda" (León-España)". Actas del *I Simposio de Minería y Metalurgia Antigua en el Sudoeste Europeo*, pp. 117-131.
- **Quirós, F. (1972):** La Sociedad Palentina-Leonesa de Minas y los primeros Altos Hornos al Cok de España, en Sabero (1847-1862). Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo. Gráficas Clavileño, Madrid, 20 p.
- **Revilla, J.M. (1906):** *Riqueza Minera de la Provincia de León*. Edición del Autor. Imp. Alemana, Madrid, 365 p.
- **Sánchez-Palencia, F.J. (1983):** "Explotaciones auríferas en el Conventus Asturum". *Indigenismo y romanización en el Conventus Asturum*. Madrid-Oviedo, pp. 69-87.
- **Sen, L.C. (1988):** *La minería leonesa durante la segunda república 1931-1936*. Biblioteca Leonesa de Bolsillo, nº 4. Ediciones Leonesas, León, 142 p.
- **Sen, L.C. (1993):** *La minería leonesa del carbón 1764-1959. Una historia económica*. Universidad de León, 374 p.
- **Soler, J.M. (1883):** *Reseña geológico-minera de la provincia de León* y catálogo de minerales, rocas, fósiles, antigüedades, productos metalúrgicos, cerámica y aguas. Imprenta de la Diputación Provincial, León, 63 p. Edición facsímil del Colegio de Ingenieros Técnicos de Minas de León, Burgos, Palencia y Cantabria, 1982.

Fabricación de ácido sulfúrico en Riotinto. Una industrialización en las minas

Manuel Castillo Martos
Departamento Historia Moderna (Área Historia de la Ciencia), Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Sevilla.
mcmartos@us.es

RESUMEN

Las piritas del occidente europeo han venido suministrando el SO_2 necesario para la producción de ácido sulfúrico, así como hierro y cobre. Las minas españolas de Riotinto han sido una de las más valoradas por su alto contenido en azufre que llega, a veces, hasta el 45%.

La historia de la industria del ácido sulfúrico le ha prestado poca atención a las áreas mineras; pero en este trabajo se presentan las tentativas que se hicieron en los siglos XIX y XX para establecer industrias de dicha sustancia en Riotinto. Se estudian las teorías en que se basa la producción de ácido sulfúrico y la interacción entre economía, química, producción y repercusión en los métodos empleados con las piritas de las minas de Riotinto.

Palabras clave: ácido sulfúrico, piritas, Riotinto.

ABSTRACT

In Western Europe pyrites provide the raw material for SO_2 as well as for iron and copper production. The total pyrites deposits in the earth have been estimated at 1.100 million tons. Spain (Riotinto) is considered to possess the biggest supply pyrites (about 500 million tons). Most pyrites ores contain about 45% sulphur.

History of sulphuric acid manufacture one of those areas where historical landmarks familiar but surrounding landscape relatively little known. Yet surely, the history of technology ought to be, in part at least, the history of ideas as well as the history of techniques. In this paper consider what was going on in technology of sulphuric acid manufacture in 19th and early 20th Centuries in Riotinto. Focus evolving theoretical understanding of the chemistry of sulphuric acid production, and look at interaction between economic significance and trade, as chemists and manufactures set about trying to improve manufacturing methods in Riotinto pyrite mine.

Key words: *pyrites, Riotinto, sulphuric acid.*

EL MARCO GEOGRÁFICO

En el centro aproximado de la provincia de Huelva, al sur concretamente de la Sierra y al norte de las tierras llanas meridionales de la Campiña y el Condado se encuentra la que llamamos cuenca minero-metalúrgica. Geográficamente está en estrecha relación con la amplia comarca del Andévalo, pero el hecho de encontrarse en dicho enclave la mayor parte de las minas de la provincia le da una personalidad muy particular que la diferencia de aquélla. En efecto, el paisaje geográfico es, con mucho, diferente al de la Sierra y al del Andévalo propiamente dicho: el color cambia del verde vegetal a tonalidades ocres y rojas que dan a la zona minera una fisonomía inconfundible; aparece más desolado, si bien acusa una altitud, inferior a la de la zona norte.

Característica de la cuenca son las diversas instalaciones industriales, las plantas de trituración, los talleres, que

confieren a la zona una personalidad bien distinta de las comarcas circundantes. El relieve está constituido por una serie de alineaciones de cerros en dirección Este-Oeste, cuyos puntos más elevados están en la parte oriental, en la Sierra de San Cristóbal (967 m) y Cerro Colorado (530 m) así llamado por el color producido por la montera de óxidos de hierro que lo cubre. A grandes rasgos, y según los estudios hechos, la formación de los yacimientos mineros de la zona tuvieron lugar tras la deposición de sedimentos marinos del devónico; a lo que siguió una actividad volcánica primeramente básica y posteriormente ácida que dio lugar a la deposición de jaspes y sílices. Posteriormente estas formaciones fueron plegadas durante la orogenia heciniana, formándose una serie de anticlinales y sinclinales de orientación este-oeste.

Hidrográficamente, el Odiel y el Tinto son los ríos principales que desaguan en la zona, el primero hacia el oeste y el segundo hacia el este, corriendo en dirección norte-sur, lo que hace que en sus respectivos cursos corten las diferentes alineaciones montañosas de orientación distinta, dando lugar a abundantes gargantas o rápidos. Ambos ríos, de caudal muy escaso, tienen, sin embargo, una gran personalidad, mayor en el caso del Tinto. En efecto, éste es un ejemplo de contaminación natural histórica, pues desde que se conoce el río en la historia está contaminado a causa de su nacimiento como desagüe de las masas de piritas. En sus orillas no crece ningún tipo de vegetación, ni siquiera los juncos y alas adelfas, tan abundantes en las aguas de la región, escaseando en sus aguas hasta la misma vida animal. Precisamente no le faltaba razón a Homero cuando situaba aquí el reino de Plutón o del infierno.

A lo largo de 90 km, el río Tinto, haciendo honor a su nombre, mancha de rojo ocre el paraje donde se encuentra la cuenca y la campiña onubense. Su color uniforme hasta que se mezcla con el río Odiel en la ría de Huelva, revela que no se trata de un río normal y que esconde algo. El secreto, desvelado hace unos doce años, es que la vida que acoge en sus aguas tal vez pueda ofrecer las claves para conocer el origen y los límites de la vida en la Tierra. La vida que acoge este río interesa porque, en teoría, ninguna forma de vida conocida puede soportar las condiciones extremas de sus aguas.

Además, la biodiversidad es mucho mayor de lo que cabe esperar. Hoy se han identificado entre 25 y 30 tipos de bacterias, 125 levaduras, 1.200 clases de hongos y entre 10 y 15 de algas. Toda esta fauna microscópica sobrevive en un ambiente hostil, en aguas sin apenas oxígeno, cargada de minerales con alto porcentaje de hierro. El pH promedio es de 2.5 en todos los tramos del río, cuando lo normal oscila entre 5.5 y 8.5. (Los tramos más dañados del Guadiamar por el vertido de Boliden-Apirsa sólo alcanzaron 3.5). Así se explica el nombre genérico de *extremófilos* a estos microorganismos -amigos de los ambientes extremos-. Y logran subsistir porque sus mecanismos biológicos son distintos a los del resto de los seres vivos. En lugar de oxidar materia orgánica por determinadas enzimas, algunas bacterias oxidan minerales y sulfatos metálicos para obtener energía, proceso que luego hace que las aguas del Tinto tengan ese color ocre-rojizo.

En paraje distante, California, se ha comprobado la existencia de una especie de *archae* (microorganismos primitivos similares a bacterias) que se desenvuelven en lodos y sedimentos de acidez extremadamente alta de las Montañas de Hierro. Estos microorganismos pueden jugar un papel sustancial en el drenaje del ácido de dichas minas. Estos organismos que oxidan el hierro, ayudan a transformar los minerales de sulfuro en ácido sulfúrico. Hasta el 85% de la población de microorganismos de esas minas corresponden a estas *archae* amantes del hierro, según han anunciado los científicos de Wisconsin y del Instituto Oceanográfico de Woods Hole en febrero de este año. Los investigadores no se explican aun cómo logran sobrevivir estos *extremófilos* en condiciones de tan bajo pH, pero creen que su exclusiva estructura, incluida la falta de una pared celular, puede ser la clave de su adaptación).

El río Odiel divide la cuenca minero-metalúrgica en dos partes: la occidental que tiene contactos físicos y humanos más estrechos con el Andévalo y al este del Odiel se encuentra el centro minero de la cuenca de Zalamea, El Campillo, las Minas de Riotinto, Nerva y la Granada de Riotinto. La oriental es la zona minero-metalúrgica por antonomasia, situada en el entorno de Riotinto, que personifica con sus características peculiares y propias toda la cuenca minero-metalúrgica de Huelva. La actividad extractiva monopoliza a todas las demás, imprimiendo carácter a sus habitantes, tan distintos de los agricultores y ganaderos de la Sierra o del Andévalo (MORENO ALONSO, pp.167-182).

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En las minas onubenses, muy especialmente en las de Riotinto, se hicieron explotaciones durante la Prehistoria y Edad Antigua, quedando visibles las escorias tartésicas y romanas (UNTHANK SALKIELD, pp.2-16), como ya se ha comentado en este Simposio. La influencia de Riotinto en la provincia onubense ha sido capital, sobre todo tras su explotación por la *Compañía inglesa de Riotinto*, a partir de 1870. Desde entonces, con la construcción de varios ferrocarriles de las distintas Compañías, se emprendió una sistemática explotación de los yacimientos, cuya producción llegó a su zenit en los años 1895-1905 e hicieron a Riotinto el centro minero de toda la cuenca citada, y a Huelva una de las provincias minero-metalúrgica más famosa del mundo. La actividad que desarrolló la empresa no tuvo al principio la debida compensación, muy lejos de ello, a poco de organizarse y de emitirse las acciones a 10 libras esterlinas sufrieron éstas tal depreciación, que apenas se encontraba quien quisiera aceptarlas por 1 libra. Pero fue pasajero. En 1877 la Compañía consiguió valores que sumaron 185.333 libras, con las cuales aunque no llegaron a cubrir con mucho los gastos realizados, el déficit se redujo a menos de 620.000 libras y en 1879 pudo repartirse el primer dividendo activo. Con ligeras variaciones fueron aumentando los sucesivos dividendos, así como el valor de las acciones; en mayo de 1884 se cotizaron éstas a 19 libras, 15 chelines, pero en junio descendieron a unas 15 libras, y más tarde experimentaron grandes variaciones, entre 9 y 30 libras. Ello se debió a la dependencia de la cotización del cobre.

Las épocas mejores coinciden con la implantación y funcionamiento en Riotinto de fábricas de ácido sulfúrico. Las acciones ordinarias fueron muy solicitadas y sostenidas por fuertes dividendos repartidos entre los accionistas hasta 1929, a excepción de los ejercicios económicos de 1920 y 1921 que descendieron a la décima parte de lo que en ella era normal debido a conflictos laborales y guerra de precios en el mercado de exportación (AVERY, cap. 16 *Fight the good fight, Economic depression and commercial warfair: 1919-32)*. A partir de 1931 descendieron igualmente mucho los beneficios distribuidos, pero por distintos motivos: a una primera etapa, la depresión de 1929, siguió la sublevación militar contra el Gobierno legítimo de la República española y la subsiguiente guerra incivil, y en la década de 1940 la 2ª guerra mundial, pero sobre todo la fuerte intervención del gobierno franquista que fijó precios sumamente bajos a la pirita consumida en España. Es probable que estas circunstancias motivaran a los ingleses a vender en 1954 los dos tercios de su propiedad en Riotinto a la Banca Española, formándose, a fines de 1955, la *Compañía Española de Minas de Río Tinto*, en la que la anterior compañía inglesa tenía un tercio de las acciones. La valoración total fue de mil millones de pesetas (PINEDO VARA, pp.114-123).

Desde una perspectiva global podemos delimitar el proceso de conformación del complejo minero e industrial de Riotinto en cuatro fases, que obviamente no constituyen compartimentos estancos:

- La presencia y actividad británica 1873-1954.
- La españolización de las minas 1954-1982.
- La desactivación de la minería 1982-1995.
- La actualidad 1995-2004.

El primer período coincide con la hegemonía del imperio británico y éste consideraba a Riotinto como *una isla colonial*, para nada diferente del resto de territorios integrados en él. Con ello, la cuenca de Riotinto se incorporará plenamente al capitalismo industrial del siglo XIX, acentuándose de este modo la diferenciación con respecto al entorno regional andaluz, sobre todo por el nuevo modelo de sociedad que el tipo y las formas de relaciones de producción características del capitalismo industrial decimonónico van a imponer.

Con los ingleses se sientan las bases espaciales y poblacionales de lo que es la cuenca hoy, y comienza una absorción constante de mano de obra de la propia comarca y de otras más o menos alejadas. Se conforma una sociedad piramidal, a semejanza de la inglesa, donde el personal inglés era el vértice de la pirámide social, llegando a imponer sus modelos culturales y sociales, materializados físicamente en el elitista barrio de Bellavista y en el clasista Club Privado, donde se vetaba la entrada a mujeres. Costumbre que aún perdura.

EL COMPLEJO INDUSTRIAL

La localización de los yacimientos piríticos en el solar onubense y la situación de la provincia con su salida natural de embarque por el puerto de Huelva han contribuido mucho a la industrialización de la zona.

A comienzos de la segunda mitad del siglo XIX se sabía que en Riotinto existían todos los elementos necesarios para obtener grandes cantidades de ácido sulfúrico barato y se creía que cuando se produjera en abundancia se triplicaría la producción de cobre, la sulfatización directa de los minerales posibilitaría obtener todo el azufre que contiene el mineral, y no que ahora se perdía mucho.

> "*De más de 60.000 quintales de mineral que se calcinan mensualmente, se pierden cuando menos 7.400 quintales de azufre, con los que pueden obtenerse más de 18.000 quintales de ácido sulfúrico, sin notable aumento en los gastos de calcinación y con ahorro de combustible;...*" (*REVISTA MINERA*, "Sección de Variedades", tomo III, pp.59-61, 1852).

En la reunión anual de la Compañía de 1876, el presidente Hugh Matheson, típico hombre de negocio victoriano, dijo:"*La civilización de un país se puede estimar por la cantidad de ácido sulfúrico que utiliza*" (AVERY, p.145).

El aprovechamiento de la pirita es desde finales del siglo XIX un tradicional quehacer en Riotinto, y a juicio de Matheson debía procurar producir la cantidad de pirita precisa para que el precio no fuera muy bajo, es decir, equilibrar la oferta y la demanda.

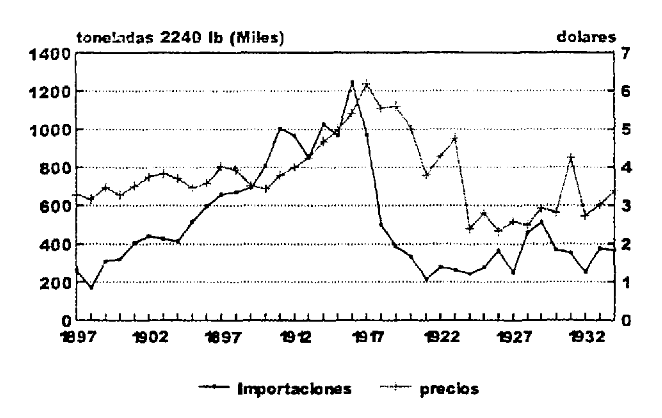
EL AZUFRE A FINALES DEL SIGLO XIX

La importancia del azufre para el despegue industrial de finales del XIX no fue en absoluto inferior a la del cobre. Las fábricas de ácido sulfúrico, de abonos inorgánicos o superfosfatos, las refinerías de petróleo, la industria militar y de los explosivos, la del papel, y otras, fueron clientes obligados de los productos del azufre. Dos eran las grandes fuentes suministradoras de este elemento en el período que estudiamos: El azufre (puro) recuperado de las erupciones volcánicas y la *pirita*. El azufre del 98% de pureza se había obtenido tradicionalmente de Sicilia, y a partir del siglo XIX también de los depósitos del sur de los EEUU, especialmente en Louisiana y Texas, zonas que producían, en 1911, las siete octavas partes del azufre mundial (ARENAS POSADAS, P.53).

Los mayores depósitos de piritas, desde finales del XIX, estaban en el suroeste de la península ibérica, en la provincia de Huelva, concretamente Riotinto que albergaba el mayor de todos, seguido muy de lejos por los de EEUU, Canadá, Noruega, Rusia, Japón o el norte de África. La pirita contenía hasta un 50% de azufre, (PINEDA VARA, pp.83-90) por lo que su competitividad dependía de conseguir bajos costes de explotación o del aprovechamiento del cobre y otros metales presentes en ella. De aquí que David Forbes, primer *Mining Consulting Engineer* de Riotinto, enviara a Matheson, en abril de 1873, un primer informe en el que agudizaba el contraste entre aquella destartalada realidad y las inmensas posibilidades que encerraba. La propuesta de Forbes se centraba, entre otras actuaciones preferentes, a obtener no sólo cobre sino azufre, un elemento que iba alcanzando cada vez mayor interés en la industria mundial como alternativa al azufre italiano. En un informe del 25 de abril de 1873 se publicaba la ley y la composición de la pirita[1]:

- Cobre: 38%
- Hierro: 42%
- Azufre: 50%
- Roca matriz con arsénico: 5%

[1] Legajo, 1652, año 1873. [Archivo Histórico Minero de la Fundación Riotinto (AHMFRT)].



Mercado de piritas con USA.

El azufre compitió con la pirita por el mismo mercado, con resultado favorable para esta última hasta la segunda guerra mundial, y favorable al azufre americano desde entonces. El gráfico siguiente refleja la evolución de las ofertas de azufre a partir de las piritas de Riotinto y, en forma pura, por la producción italo-americana (ARENAS POSADA, P. 54).

Un hecho de capital importancia condicionó la política comercial: el monopolio impuesto por Nápoles sobre la producción de azufre indujo a los fabricantes de ácido sulfúrico y sosa a buscarlo desde finales del XIX en las piritas de Riotinto, y en menor cantidad en las minas de Tharsis. Aunque la empresa *Tharsis Sulphur and Copper* impulsó la creación de la *Rio Tinto Company Limited*[2].

La guerra del azufre en la primera década del siglo XX no afectó mucho a la pirita onubense, que continuó vendiéndose en Europa y América, añadiendo nuevos clientes de las industrias papeleras escandinavas. La acaparación de casi el 70% de las ventas en EEUU fue especialmente buena para las piritas de Riotinto; pero la crisis de 1913 y luego la primera guerra mundial supusieron el inicio de un largo declive de las piritas españolas, y las de Riotinto en particular. Teniendo que cerrar muchas minas y las de Riotinto reducir su producción. Aunque hubo años con excepciones: entre 1919 y 1922 con la crisis y la invasión americana el desconcierto se instaló en las compañías europeas extractoras de piritas, que defendieron estrategias contradictorias que fluctuaron desde la propuesta de fusión de grandes compañías hasta la declaración de una guerra comercial entre ellas. Ante la necesidad de dar una respuesta a la agresión americana, los productores europeos, Riotinto, Tharsis y los noruegos de la compañía Orkla se pusieron de acuerdo en no permitir que el mercado del azufre careciera de regulación. Sin embargo, estos propósitos no cristalizaron al no poder consensuar el destino final del mercado británico. La demanda prevista, en 1922, se cifraba en dos millones de toneladas y Riotinto pretendía reservarse la mitad, dejando la otra mitad para el resto de las compañías.

La segunda mitad de los años 20 no fue tan incierta como lo había sido la primera; en 1926, Riotinto como principal extractora de piritas y la alemana *Metallsgesellschaft* como distribuidora de los más potentes fabricantes de ácidos constituyeron una *European Pyrites Corporation*, a la que se fueron añadiendo el resto de las compañías europeas (ARENAS POSADAS, pp.55-59). En esos años, Riotinto dio la batalla del azufre en su propio terreno. Asegurada la patente utilizada en las minas noruegas de Orkla, Riotinto comenzó en 1927 el proceso de fabricar azufre a partir de la fundición de las escorias sulfurosas. Por otra parte, la pirita onubense comenzó a recuperar una parte de su viejo prestigio en los mercados norteamericanos por su alto contenido en azufre y porque el *brimsto-*

[2] Un exhaustivo estudio acerca de las distintas fuentes de azufre en el sur peninsular, en Italia y en EEUU puede verse en la obra de CHECKLAND.

ne incrementaba su precio en origen. Esto se completaba con el proyecto de rescatar los metales que contenían las escorias sulfurosas, para lo que construyó una planta en Willmington. Las buenas perspectivas se ampliaron con la firma entre Riotinto y Tharsis de un pacto por cinco años, entre 1929 y 1934, por el que repartían a sus clientes en tres grandes listas, comprometiéndose a no interferir en los mercados respectivos. No obstante, la crisis de los años 30 frustró todos los proyectos. El mercado americano entró en franco retroceso por la depresión y las prácticas proteccionistas. La pirita siguió satisfaciendo un 20% de la demanda de los fabricantes americanos de ácido sulfúrico, pero, para entonces, sólo una cuarta parte de ese porcentaje procedía de fuera.

FÁBRICAS DE ÁCIDO SULFÚRICO EN RIOTINTO

La producción de ácido sulfúrico se inició en 1889 y continuó con nuevas instalaciones en 1929, ambas por el procedimiento de cámaras de plomo (UNTHANK SALKIED, pp.85-86). Fábricas que dieron origen a otras industrias químicas, algunas de ellas han perdurado hasta fecha reciente, si bien muy modificada. En 1960 se puso en marcha una nueva fábrica de ácido sulfúrico, construida por la firma alemana *Chemiebau*, por el método de contacto -aprovechando los gases residuales de la fundición de la pirita en hornos tipo *ORKLA*-, con capacidad de 180 toneladas diarias de ácido sulfúrico 100%. En 1962, la *Compañía Española de Río Tinto* abordó el camino del desarrollo industrial decidiendo el aprovechamiento integral de la pirita onubense y la creación en Huelva de un complejo químico y metalúrgico. En ese año hubo conflictos laborales que contribuyeron a una disminución de la producción. Y en agosto de 1965 paró por razones técnicas y económicas la planta *ORKLA*. En el último trimestre de 1965 comenzó a operar la primera de las nuevas instalaciones que se implantaron en el polo industrial de Huelva, de la Punta del Sebo, la planta que producía al día 675 toneladas de ácido sulfúrico 100%. Era la mayor de España -llegando a representar su producción el 35% de la nacional- y una de las más importantes de Europa. El plan total de fabricación de ácido sulfúrico alcanzará cifras de producción próximas al millón de toneladas de ácido monohidrato al año.

El ácido sulfúrico representaba uno de los pilares básicos de la industria química moderna, se empleaba en España principalmente en la industria de fertilizantes, que consume alrededor de 77% de la producción total. En esta línea, el ácido sulfúrico de Río Tinto se usaba para la obtención de superfosfatos, productos químicos inorgánicos, pigmentos, detergentes, proceso de refino de materias vegetales, decapado en metalurgia, beneficio de minerales y otros. Es interesante destacar el previsible incremento de consumo de ácido sulfúrico, que se esperaba, para la fabricación ácido fosfórico, cuya producción se iba a desarrollar en el país de forma importante. Una vez abastecida las necesidades internas de ácido sulfúrico, parte de su producción se destinaría a la exportación.

Todas estas actividades se complementaron con una extensa red de comunicaciones de más 350 km de longitud de ferrocarril, central térmica de energía, talleres mecánicos, embarcaderos de mineral en el puerto de Huelva y servicios auxiliares impregnados por la mentalidad inglesa: viviendas para trabajadores y técnicos, hospitales, escuela de formación profesional y otros servicios sociales.

La estructura del conjunto industrial de Huelva presenta unas características bien diferenciadas respecto a la media del país. En efecto, hay una mayor dependencia de las "industrias extractivas", estando en cambio menos desarrollado los sectores textil y alimentario.

LA PRIMERA FÁBRICA DE ÁCIDO SULFÚRICO (1889-1915)

Por condiciones de espacio y tiempo me veo obligado a esbozar sólo la historia de la fábrica de ácido sulfúrico entre los años 1889 y 1915. Dejando para más adelante el estudio de las otras dos que existieron con una duración temporal también corta.

En los años 1880 el ácido sulfúrico se utilizaba en el proceso de obtención del cobre, por lo que en Riotinto había una pequeña planta para fabricarlo. Desechado para este fin por ser demasiado caro, en los años noventa el ácido sulfúrico comienza a utilizarse para la obtención de sulfato de cobre para el mercado peninsular, como veremos. Antes de la década de 1880 ya se sabía que los minerales piríticos pobres en azufre procedentes de terreros, y algunos también de las minas, no eran adecuados para la exportación ni para la fusión directa en Riotinto, sin embargo, eran aptos para su uso en una fábrica de ácido sulfúrico instalada cerca de las explotaciones. En esa década existían cuatro hornos de calcinación de pirita, sistema Mac-Douglas, de cinco plazas superpuestas y de una capacidad de 20 toneladas diarias, en las que el mineral se removía con raederas accionadas mecánicamente con energía eléctrica, registrándose el funcionamiento de los correspondientes motores y los de los ventiladores con sencillos diagramas que por variaciones de la corriente permitían apreciar la marcha de la operación y el trabajo de los operarios encargados de los hornos. En el año 1903 este horno se sustituyó por otro mecánico circular. Los gases producidos pasaban en corriente ascendente a dos torres de Glover, de una capacidad de 160 m^3 cada una, que reciben al mismo tiempo por la parte superior, y en lluvia fina, el ácido sulfúrico cargado de vapores nitrosos procedentes de las seis torres de Gay-Lussac -tres de sección cuadrada y tres de sección circular, con una altura de 15 m- y algunos de las cámaras de condensación. Como agente oxidante en las torres de Glover se empleaba nitrato de Chile, consumiéndose de 18 a 20 kg de éste por tonelada de ácido producido (GUITIAN, VILLASANTE Y ABBAD, pp.50-51).

La importancia del azufre para el despegue industrial de finales del siglo XIX, no fue en absoluto inferior a la del cobre. Las fábricas de ácido sulfúrico, y el gran número de aplicaciones de este producto en la industria, lo hacen indispensable, directa o indirectamente, en la mayoría de las industrias conocidas, aún cuando sea en operaciones de laboratorio. Las más destacadas son:

i) La fabricación de abonos inorgánicos o superfosfatos para la agricultura, de gran interés público. Conveniente hubiera sido, sin embargo, fomentar la investigación de yacimientos de fosfatos en España, para contar también con reservas propias. La nueva estrella de los derivados del ácido sulfúrico era el superfosfato, detectándose un creciente consumo del mismo tanto en la agricultura mediterránea -remolacha, caña de azúcar, viñedo-, como en la agricultura de secano en Extremadura. En ambas zonas, los administradores de Riotinto advierten el interés de los agricultores por los resultados de estos abonos en otros países, aunque les retenga la falta de garantía de los productos que se les ofrece. En 1906, se adquiere en Huelva una pequeña fábrica de superfosfatos y se instalan dos depósitos de abonos en Mérida y Sevilla. En ese año, se produjeron 18.325 ton y en el siguiente 27.610 ton, de las cuales el 90% se vendió a agricultores extremeños y andaluces (ARENAS POSADAS, pp.86-87). En 1912, se amplía la fábrica de Huelva, aunque sus primeros pasos fueron vacilantes por la falta de operarios expertos.

ii) Sulfatos varios de cobre, de hierro, de amonio, de aluminio y de potasio. Especialmente de cobre, cuya fabricación es la más indicada, por disponer abundantemente en Riotinto de las dos primeras materias necesarias para su fabricación. De gran notoriedad pública fue la grave crisis planteada a los viticultores por la escasez de este insecticida y que obligó al Gobierno a comprar en EEUU algunas cantidades para atender las más apremiantes necesidades. La fábrica de superfosfatos de Valencia comenzó también la fabricación de sulfatos en otros puntos del país. Hasta entrado el siglo XX se aplicaba el ácido sulfúrico a la obtención de sulfato de cobre en una fábrica situada en las inmediaciones de la descrita, y que en 1915 estaba derruida por completo; ahora se destina casi exclusivamente a la elaboración de superfosfatos en el puerto de Huelva por una Sociedad filial de Riotinto. Junto a esta última fábrica se proyectó construir una nueva de ácido sulfúrico, abandonando la establecida en la cuenca minero-metalúrgica, que había quedado anticuada y de escasa capacidad productiva.

iii) El ácido nítrico se preparaba con la base de los nitratos de Chile, que era fácil adquirir en Huelva en favorables condiciones, y que se realizaba por aquel entonces en pequeña escala, pero de una manera muy perfecta, en la

fábrica de superfosfatos de la Sociedad Cros, en Sevilla. La Sociedad general de Industria y Comercio obtenía además de ácido nítrico, sosa cáustica y sulfatos de hierro y de amonio. Algunos de estos productos se preparaban también por la "Sociedad Peñarroya" y por algunas otras dedicadas especialmente a abonos.

iv) Otros ácidos: clorhídrico, tartárico, cítrico, acético, esteárico. Preparación de algodón pólvora, nitrobencina y nitroglicerina; materias colorantes; éter.

Desde el punto de vista metalúrgico e industrial, era importante el tratamiento integral de la pirita que permitía aprovechar menas complejas. El ciclo de estos tratamientos estaban integrados, además del aprovechamiento de azufre para la fabricación de ácido sulfúrico y su aplicación en otras industrias, el beneficio de hierro, admitiendo que las piritas onubenses tenían una ley media del 42% en hierro, los tres millones de toneladas que corrientemente salían de España para su procesamiento en fábricas extranjeras representaban un contenido de 1.350.000 ton de azufre y 1.260.000 ton de hierro. Estas cifras dicen el interés que tendría el procesamiento integral de la masa pirítica.

Complemento importante de estos aprovechamientos metalúrgicos era la obtención de plata y oro contenidos en las cenizas después de haber quemado la pirita. En esta época sólo se realizaba en España en la fábrica de Lugones (Oviedo), donde se disponía de laboratorios con electrolisis para tratar los residuos comprados en Riotinto (GUITIAN, VILLASANTE Y ABBAD, pp.159-168).

La implantación generalizada de estas industrias metalúrgicas hubiera transformado por completo el ambiente industrial del país, aumentando poderosamente la riqueza pública y desarrollando al mismo tiempo las explotaciones mineras. Huelva sería la provincia más favorecida por esa futura política de industrialización y era natural que fuera allí donde se iniciaran las primeras instalaciones para fabricar, a gran escala, ácido sulfúrico. No obstante, debemos considerar que el capital invertido en Riotinto procedía de Inglaterra, país que disponía de una gran red industrial, con fábricas para el procesamiento completo de piritas. Es natural que quisieran llevar allí el mineral extraído de las minas onubenses, por la facilidad con que contaba para la utilización inmediata de los productos obtenidos en diversas aplicaciones químicas y manufactureras de que en Huelva se carece.

Hasta que estas industrias complementarias no arraigaron y se desarrollaron en España, fue inevitable la enorme exportación de piritas. De todos modos, para conservar la producción en las minas y la industrialización de sus productos había que dedicar los mayores esfuerzos al complemento y aprovechamiento de esa riqueza mineralógica (AVERY, p.181-183).

La producción de ácido sulfúrico (100%) en Riotinto entre 1899 y 1919[3] se muestra en la siguiente tabla:

1899: 2.346.552 kg	**1900:** 3.180.233 kg	**1901:** 4.066.109 kg
1902: 3.889.738 kg	**1903:** 3.431.000 kg	**1904:** 3.565.096 kg
1905: 5.385.132 kg	**1906:** 8.468.000 kg	**1907:** 10.538.000 kg
1908: 10.092.000 kg	**1909:** 8.798.000 kg	**1910:** 14.644.000 kg
1911: 15.875.000 kg	**1912:** 15.188.000 kg	**1913:** 8.187.000 kg
1914: 13.622.047 kg	**1915:** 14.767.000 kg	**1916:** 11.268.050 kg
1917: 8.119.200 kg	**1918:** 670.000 kg	**1919:** 7.021.000 kg

En 1915, cuando la guerra se extendió, Huelva mantuvo de manera privilegiada en activo sus principales explotaciones, especialmente las de piritas. La producción de mineral descendió algo, sin embargo, se elevó la de ácido sulfúrico y la de cobre metálico, llegando así a crear un valor minero-metalúrgico en este año de 69.625.299,16 pesetas.

3 ["Report of Deputation from the Board", y "Books of Cost Statements" (AHMFRT)].

No obstante, el aprovechamiento del azufre era escaso en comparación con las fábricas norteamericanas: En EEUU con 336.662 ton de piritas propias se fabricaron, en 1914, 2.811.619 ton de ácido sulfúrico, importando para ello 1.026.617 ton, de las cuales 559.689 fueron de españolas, y todavía se obtuvieron 950.758 ton más de ácido como producto secundario de varias fábricas de fundición de minerales de cobre y zinc, elevándose así el total de producción de ácido sulfúrico a la enorme cifra de 3.762.417 toneladas, (ácido de 50° Baumé) (GUITIÁN, VILLASANTE y ABBAD, pp.10-13).

En Riotinto, 1.000 kg de pirita producían en la tostación unos 700 kg de ceniza. Para la producción de 1.000 kg de superfostos de riqueza media se precisaban normalmente 270 kg de pirita y unos 555 kg de fosfato. Para obtener 1.000 kg de ácido sulfúrico, 100%, se necesitaban 347 kg de azufre elemental o bien 790 kg de pirita, con ley de 46% de azufre. Para elaborar 1.000 kg de sulfato amónico son necesarios unos 750 kg de ácido sulfúrico y 250 kg de amoniaco, o bien 450 kg de pirita y 250 kg de amoniaco (PINEDA VARA, p.77).

CONSIDERACIONES FINALES

Los veinte años que van entre 1895 y 1914 fueron, quizás, los más brillantes de la historia de Riotinto. En ese período los niveles de producción y de exportación, la inversión y los beneficios hicieron posible la introducción de nuevos procesos, tecnologías y cambios sustanciales en las estructuras organizativas. Se sabía que al margen del cobre, el principal subproducto de las piritas era el ácido sulfúrico.

El colectivo de ingenieros dentro de la empresa había adquirido gran poder y relevancia frente al de los vendedores y administradores, y fueron los que ocuparon la cúspide de la Compañía con el cambio de siglo. El afán por obtener éxito financiero a cualquier precio -económico y humano- se vuelve en contra y se llega a la crisis de 1908; a la vista de ella, Riotinto quiso dedicar sus esfuerzos a transformar industrialmente los grandes recursos naturales que le quedaban. Política que no consigue, al contrario, exporta más materia prima sin tratar que antes: entre 1901 y 1907 vende 678.262 ton anuales, y entre 1908 y 1914 son 697.844 ton, significando un aumento de 2.8%. Estos efectos fueron criticados por los responsables de los Departamentos industriales, que denunciaron los efectos negativos que el nuevo esquema de las labores tendría para ellos, máxime en unos momentos en los que se vislumbraba la posibilidad de obtener plata, oro y zinc de las cenizas de las piritas, y de producir productos con mayores valores añadidos, como ácido sulfúrico y superfosfatos, entre otros. Los resultados negativos para las actividades industriales no se hicieron esperar. En 1908, se cerró la planta dedicada a la fabricación de sulfatos, vendiéndose como chatarra gran parte del material.

La planta de ácido sulfúrico no iba a ser capaz de producir la cantidad de ácido que iba a reclamar la de superfosfatos que se proyectaba construir en Huelva, y que fue puesta en marcha a los pocos años. Por ello, en 1911 se aprueba el proyecto para erigir una nueva fábrica de ácido sulfúrico, el cual no será realidad hasta la década de los veinte. Lo cierto fue que hacia 1915, la actividad industrial en Riotinto no satisfacía las expectativas que había levantado años atrás.

> "[...] *tratándose de una mina que produce de un millón y medio a dos millones de toneladas, que aunque no todo pueda llevarse directamente a la fundición pirítica, en su mayor parte es utilizable por su riqueza en cobre, pudiendo ser* ***destinado el resto al beneficio del azufre***[4]*... y creemos que es hora ya de pensar seriamente en el aprovechamiento local de todos esos minerales, conciliando el legítimo interés de la Compañía explotadora con el no menos sagrado del país en que tales explotaciones se desenvuelven. Ni la raquítica producción de ácido sulfúrico que ahora se obtiene, ni la relativamente exigua de cobre Blister, corresponden a la magna importancia de aquellos criaderos,...*" (GUITIAN, VILLASANTE y ABBAD, p.54).

[4] Lo resaltado en letra negrita es nuestro.

Desde 1908 hay dos tendencias en Riotinto: acentuar el perfil minero e implicarse más en actividades industriales. Esta última era mejor vista por las autoridades y trabajadores que querían impulsar un complejo industrial en el suroeste peninsular. Las serias discrepancias entre ambas tendencias se reflejaron en la prensa de la época y en los informes internos de la Compañía.

El estallido de la conflagración mundial, agosto de 1914, ayudó a convulsionar la actividad minera e industrial ya bastante alterada. Si los primeros años de la guerra fueron difíciles y turbulentos en Riotinto, los de la postguerra lo fueron especialmente, repercutiendo de manera negativa en la paz social entre trabajadores y empresarios. A la situación creada se unió el hecho, ya comentado, que la masiva presencia de las piritas de Riotinto (y Tharsis) en el mercado norteamericano disminuyó radicalmente.

Un hecho relevante que queremos comentar, a modo de introducción a los estudios que haremos, se dio en octubre de 1925, cuando sir Auckland Geddes visitó las minas y al ver el mal estado en el que se encontraba la fábrica de ácido sulfúrico propuso rehacer toda la planta con nuevas torres de Gay Lussac y con cámaras de Gaillard, y producir el ácido sulfúrico necesario para satisfacer las necesidades de la fábrica de superfosfatos de Huelva. En 1928 se puso en marcha una planta de oxígeno líquido para la obtención de explosivos, con una producción de 50 litros/hora, con el consiguiente ahorro de la nitroglicerina necesaria para la voladura de las cortas.

Otros proyectos industriales que se llevaron a cabo fueron la recuperación de oro y plata existente en el gossam que cubría la pirita, así como el zinc y plomo.

Uno de los proyectos más ambicioso fue la obtención de azufre de la pirita, con el que Riotinto pretendía incorporarse al mercado mundial del azufre puro. Este plan se inició en 1926 con la instalación de una cámara Cottrell destinada a paliar el daño que los humos de la fundición causaban a las tierras circundantes, y a la vez recuperar el azufre contenido en los mismos. Este sistema de liberación de azufre de las piritas, como hemos dicho, era utilizado en Orkla, y tras conseguir Riotinto la licencia para su uso obtuvo azufre comercial con esos hornos en la década de 1930. En diciembre de 1931 se hablaba en Riotinto de una ulterior aplicación del *proceso ORKLA*. Esto no era nuevo. Años atrás se había empleado los *hornos ORKLA* para fundir cobre[5]. Se ve en esta actitud un anticipo de lo que se haría en los años sesenta, acoplar esos hornos a la fábrica de ácido sulfúrico. Época en la que se consiguió una efectividad completa de esta adaptación al construir una nueva fábrica de ácido sulfúrico y utilizar el SO_2 que se obtenía de los hornos *ORKLA*.

La crisis de la segunda mitad de los años veinte repercutió negativamente en la producción de ácidos, la fabricación sufrió un estancamiento anta la falta de demanda por la de superfosfatos. Asimismo, se vio influida la fabricación de azufre que fue decayendo, en 1933 sólo funcionaba un horno de los seis que había para quemar pirita, un horno *ORKLA* y dos de los seis convertidores. A ello hay que unir que el alto precio a que había que vender el azufre en los mercados internacionales, para suplir los costes de producción, no lo hacía competitivo.

En la fusión de la pirita de Riotinto en hornos *ORKLA* el arsénico que lleva hace que se consiga un rendimiento bajo en azufre elemental, menor que en las piritas noruegas desprovistas de dicho elemento, por impedir la catálisis de los gases residuales: SO_2, SH_2, SCO, etc. (PINEDA VARA, p.91 y UNTHANK SALKIELD, pp.79-82) Por ello, en el *proceso ORKLA* instalado en Riotinto hubo que acoplar catalizadores[6].

AGRADECIMIENTOS

A José Manuel Pérez, Director del Archivo Histórico Minero de la Fundación Río Tinto (Huelva), que puso a mi disposición cuantos documentos necesité para elaborar este artículo y me proporcionó un ambiente idóneo para trabajar.

[5] Legajo 1649, (AHMFRT).

[6] Legajo, 1801, expediente nº 122.399, (AHMFRT).

BIBLIOGRAFÍA

- **Arenas Posadas, C. (1999):** *Empresa, mercados, mina y mineros. Río Tinto (1873-1936),* Huelva, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva y de la Fundación Río Tinto.
- **Avery, D. (1974):** *No on Queen Victoria's birthday. The story of the Rio Tinto mines,* Londres, William Collins Sons & Co. Ltd.
- **Checkland, S.G. (1967):** *The mines of Tharsis. Roman, french, and british enterprises in Spain,* Londres, George Allen & Unwin, Ltd.
- **Guitian, C., Villasante F.B. y Abbad, J. (1926):** *Memoria sobre el aprovechamiento industrial de los yacimientos de pirita ferro-cobriza de la provincia de Huelva,* Madrid.
- **Moreno Alonso, M. (1979):** *Huelva. Introducción geohistórica,* Huelva, Servicio de Publicaciones de la Caja Rural provincial de Huelva.
- **Pinedo Vara, I. (1963):** *Piritas de Huelva. Su Historia, minería y aprovechamiento,* Madrid, Editorial Summa, S.L.
- **Unthank Salkield, L. (1987):** *A technical history of the Rio Tinto mines: some notes on explotation from pre-Phoenician times to the 1950s,* Published at the office of The Institution of Mining and Metallurgy, Londres.

Apuntes históricos sobre la minería en el distrito de Castuera (Badajoz)

Ester Boixereu Vila y Pilar Asensio Rubio
Instituto Geológico y Minero de España. IGME.
e.boixereu@igme.es - mp.asensio@igme.es

RESUMEN

Castuera fue un importante centro minero en la época de la dominación romana, del que todavía se conservan numerosos restos, tales como los rafados que siguen el trazado de los filones más importantes. Durante el último tercio del siglo XIX, coincidiendo con la llegada del ferrocarril, estas minas reanudaron su explotación. En una primera época se beneficiaban las numerosas escombreras romanas que por aquella época todavía se conservaban, para aprovechar la cerusita que contenían. Posteriormente se beneficiaron los filones mediante labores subterráneas. Se llegó a instalar una fundición de plomo, que estuvo activa entre los años 1864 y 1886. Un ramal de ferrocarril unía la mina Miraflores con la vía de ferrocarril principal. Las minas cerraron definitivamente sus actividades extractivas alrededor del año 1910, aunque hubo algún intento posterior de abrir nuevamente alguna explotación. Entre los años 1950 y 1980 la actividad minera se centró en el relavado de las antiguas escombreras, de esta época se conservan balsas de finos de considerable tamaño. Actualmente no existe actividad extractiva.

Palabras clave: campo filoniano, Castuera, historia de la minería, minería del plomo.

ABSTRACT

Castuera was an important mining center during the roman empire domination. Nowadays there are still a lot of remainders of those times, such as the buttress which followed the most important veins. During the last third part of the XIXth century, coincident with the beginings of the railway, the mine's improving continued, at the begining working in the roman's mounts of debris that remained extracting the cerusite that they still contained. Later they extracted the veins with subterraneous works. They installed a plumber casting plant which remained open between the years 1864 and 1866. A branch of the railway comunicated the mine of Miraflores with the main railway. Definitely, the mines stopped the extracting works in approximately 1910, although after they tried to open them another time. Between the years 1950 and 1980 the mining activity was dedicated to the rewashing of the old debris mounts. From those times we conserve the thin pools of big dimensions. Nowadays there is not mining activity.

Key words: *Castuera, historical mining, lead mining, veins field.*

INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

Durante la realización del Mapa Metalogenético de Extremadura, se ha recabado gran cantidad de documentación sobre la minería antigua, encontrándose numerosos vestigios que atestiguan la importancia que tuvo la actividad minera del plomo y la plata en esta zona de la Península Ibérica desde hace más de 2000 años, lo que ha condicionado el poblamiento de esta comarca así como su desarrollo.

En este trabajo se pretende analizar la importancia que ha tenido la minería en el desarrollo económico de la comarca de La Serena, y concretamente en la localidad de Castuera. Tras una breve descripción de las características geológicas de los filones mineralizados, se han acotado las dos principales épocas de actividad minera: la época

romana y el S. XIX. Respecto a la época romana, se han estudiado recientes artículos publicados por varios historiadores que han llegado a deducir esa importancia por diferentes caminos: restos de construcciones específicas (recintos-torre) existentes en la zona y análisis epigráfico de lingotes de plomo cuyo origen se supone de la Beturia túrdula (zona oriental de Badajoz). Asimismo, durante los trabajos de desarrollo minero llevados a cabo en la segunda mitad del S XIX, se encontraron restos del laboreo minero antiguo cuyas reseñas hemos analizado. En relación a la minería del S.XIX, se han estudiado los fondos documentales de la Sociedad Minero Metalúrgica Peñarroya, y la Estadística Minera de España, entre otras publicaciones de la época.

Todos los indicios mineros que se reseñan han sido visitados en el campo.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y MINERO

En Castuera se encuentra uno de los campos filonianos más importantes de Extremadura, con alrededor de 50 indicios inventariados. El indicio más importante de este grupo ha sido la mina Minaflores (o Miraflores) situada a 5 km al norte de esta localidad.

Desde el punto de vista geológico se encuentra en el límite meridional de la Zona Centro Ibérica, en el dominio de pliegues de plano axial vertical.

Los materiales en que encajan los filones son pizarras y grauvacas pertenecientes al Alogrupo Domo Extremeño, (Rífense superior-Véndico). Este conjunto de materiales se encuentra afectado por una deformación polifásica varisca, caracterizada por 3 etapas principales y una cuarta de fracturación tardía. El macizo granodiorítico de los Pedroches (Granodiorita de Quintan) limita el campo filoniano por el Oeste. Los filones no encajan en rocas ígneas. Ocasionalmente, la mineralización atraviesa diques de composición granítica, Estos diques presentan una dirección que varía de N140E, en la zona más cercana a Castuera y que hacia el E, es N110.

Los filones presentan disposición subvertical, con direcciones agrupadas según cuatro sistemas principales, estas son:

- N70-100E: Es el grupo más numerosos y corresponde a los principales filones mineralizados, tales como Miraflores-La Cartera, El Rayo, La Alondra, Rebelde Julia, El Buho, La Somoza, Prodigio, Gamonita. Se corresponden con las direcciones de apertura de la tercera fase de deformación varisca.
- N150-170E: Se encuentran filones con esta dirección en toda la zona, si bien tan solo están mineralizados hacia el sector oriental (Minas Herrumbosa y Valle Hondo).
- N35E-45E: Este sistema aparece en el sector del Lomo del Perro, a unos 12 Km al noreste de Castuera. Las minas principales fueron Babilonia, Siracusa, y Mentor.
- N180: Se desarrollan preferentemente hacia el límite este del distrito. Probablemente se han originado gracias a distensivas posteriores El indicio más representativo es el de las minas de Las Trescientas, en el límite con el T.M. de Cabeza del Buey. Presentan calcedonia como principal componente de la ganga.

Las texturas filonianas son mayoritariamente brechoides. No se observa ningún tipo de zonación, ni vertical ni horizontal.

La paragénesis es de cuarzo como ganga más abundante, acompañada de carbonatos, anquerita principalmente y calcita más escasa, en los filones de dirección N-S la ganga es de calcedonia; la mena principal es la galena, junto con esfalerita, calcopirita, y pirita en proporciones variables, como minerales accesorios cabe señalar arsenopirita, marcasita, pirrotina, gersdorfita y bismuto nativo. Los minerales secundarios que se han reconocido son: cerusita, muy abundante, anglesita, calcosina, covellina, malaquita, y goethita.

Además del plomo y la plata, también se beneficiaron los óxidos de hierro. Estos se encuentran como impregnaciones en las cuarcitas armonicanas.

HISTORIA MINERA

LA MINERÍA ANTIGUA

La minería del plomo en Castuera se remonta incluso a épocas prerromanas, como lo demuestra el hallazgo de mazos mineros y otros útiles anteriores a la dominación romana. Se mantiene activa hasta el s III d.C. en el que se atestigua su declive, siendo el siglo I a.C. la época de mayor esplendor (Domergue, 1989).

El laboreo minero romano en el área de Castuera, fue probablemente el más importante de Sierra Morena. Gran parte de los *rafados* existentes corresponden a esa época. La explotación de galenas argentíferas fue muy intensa y afirma Ortiz Romero (1999) que condicionó el poblamiento romano de la zona, incorporando a éste un tipo de asentamiento nuevo: el recinto tipo torre, que ha sido estudiado recientemente y en profundidad por diferentes historiadores.



Figura 1. Rafado romano situado al sur del cortijo Fuente del Rayo.

Los recintos torre debieron tener una doble funcionalidad: Control militar y explotación minero-metalúrgica. Situaciones ambas que habrían provocado un vacío poblacional que se observa en toda la región de La Serena (M.P. García-Bellido, 1994-95).

La misma autora, analiza las inscripciones que aparecen en los 102 lingotes de plomo aparecidos en el pecio de Comacchio (Ferrara), ya mencionados por Domergue en su publicación de 1989, en los cuales figuran los nombres de tres legiones romanas (Gemina, Prima y Macedónica). Estas legiones aparecen también en otras importantes zonas mineras del imperio (Bierzo y Panonia) y esto le hace suponer que el ejército participaba directamente en la

explotación minera no sólo en el control militar. Asimismo ha sugerido el año 19 a.C. como fecha de fabricación en Hispania de los lingotes de dicho pecio, época en la que se constata la presencia de parte de estas legiones. Además, en los lingotes aparecen inscripciones con el nombre de Agripa, yerno de Augusto, que vino a España en ese año para acabar con las guerras cántabras y que murió en Roma en el año 12 a.C.

Pablo Ortiz Romero (1995) cita a García Morá (1991) y aborda el tema de las torres-recinto en relación con la riqueza de plomo y plata de La Serena, ya que parece probado que esta riqueza jugó un papel fundamental en el conflicto sertoriano (78-76 a.C.): Sertorio intentó por todos los medios apoderarse de importantes centros mineros con el propósito de asfixiar económicamente a la provincia Ulterior, cuyos intereses representaba Metelo.

En resumen, en esta zona sud-occidental aparece este tipo de construcción específica, las torres-fortaleza, que por su concentración en las zonas mineras y su homogeneidad constructiva, podrían indicar un distrito minero en régimen militar. Al respecto, en las excavaciones arqueológicas del recinto militar de Hijoviejo, en Quintana de la Serena, han aparecido algunas escorias de fundición de plomo (Ortiz Romero, 1995).

Por todo esto, como se ha dicho, aunque no está exactamente datada la fecha de la explotación del distrito minero de Castuera, parece ser el siglo I a.C. cuando los grandes centros mineros intensifican sus trabajos (Ortiz Romero, 1995). En este siglo las Minas de Sierra Morena están en plena actividad (cobre y sobre todo plomo-plata) (Domergue, Cl., 1989).

Durante los trabajos de desarrollo minero llevados a cabo en la segunda mitad del S XIX se encontraron labores mineras antiguas muchas de ellas subterráneas. Estos restos se han relacionado en Tabla 1.

Nombre de la mina	Labores subterráneas (profundidad)	Objetos arqueológicos encontrados
Minaflores	90 m.	Horno de copelación, instrumentos mineros en piedra y objetos de pasta de vidrio
Tamarindo (Somoza)	178 m.	Tegulae y fragmentos de cerámica
Gamonita		Tegulae y otros instrumentos de metalurgia antigua
El Buho	52 m.	Tegulae y fragmentos de ánforas
Rebelde Julia	147 m.	Tegulae y fragmentos de ánforas
La Alondra	217 m	Tegulae
Antoñita	100 m.	Tegulae, restos de ánforas y ruinas antiguas
Triunfo y Nueva Estrella	20 m.	Entibos y fragmentos de lámparas en tierra cocida
Siracusa	100 m.	
Mentor	170 m.	
Babilonia	207 m.	
Teba		Tegulae y mazos prerromanos y restos de un taller de molienda

Tabla 1. Relación de restos romanos encontrados durante la explotación minera del s XIX.
Fuentes: Domergue, C. (1989) y Estadística Minera de España

LA MINERÍA EN LA EDAD MEDIA Y MODERNA

No se han encontrado datos sobre la actividad minera durante la Edad Media y Moderna en Castuera, pero es lógico pensar que existió esta actividad aunque no esté documentada y, seguramente, no sería muy importante. Sin embargo, creemos que se debe de seguir buscando información y trabajando en este sentido con el fin de conocer la historia minera completa de esta zona de Extremadura.

LA MINERÍA EN EL SIGLO XIX

El resurgimiento minero

Al iniciarse el S XIX Europa sufre un gran proceso de industrialización, lo que implicó un gran incremento en la demanda de metales base. Pero en España no fue hasta mediados de siglo cuando la minería metálica sufrió un considerable progreso. Entre otros aspectos, esto fue debido a la promulgación de una nueva legislación minera (leyes de 1849 y 1859), que permitió la llegada de capitales y empresas extranjeras.

Dentro de este contexto general, en Castuera se reanuda la explotación de las minas de galena argentífera ya trabajadas en la antigüedad. El resurgir de la minería fue motivado por dos causas principales: el descubrimiento de la abundancia de carbonatos de plomo en los terreros y la llegada del ferrocarril.

Las escombreras, de origen romano, eran muy abundantes en todo el término municipal en una riqueza de un 20 a un 30% en Pb. Desconocemos la cubicación de las mismas, pero esta debió ser muy grande, como lo demuestra la intensa actividad a que dio lugar su relavado. De todas formas, la Estadística Minera de 1863 da cuenta de la explotación de filones de galena desde tiempo atrás en esta zona. Las principales concesiones mineras fueron Buho, Guijarro y Salamandija.

El mineral se beneficiaba entonces en Bélmez (Córdoba). En esta primera época el sistema del lavado era rudimentario hasta que en 1866 se instaló una máquina de mandíbulas para trituración del mineral que permitió el incremento de la producción. El edificio destinado a la preparación mecánica se encontraba situado en la mina Miraflores, y en él se utilizaban los minerales que se extraían y los abundantes terreros diseminados en su superficie. El agua se suministraba de los trabajos subterráneos.

La llegada a Castuera de la línea del ferrocarril Ciudad Real-Badajoz en 1866, fue el hito que impulsó el inicio del desarrollo del distrito minero. Al amparo de la nueva legislación, se registraron un gran número de minas, con las que se realizaron cuantiosos negocios especulativos (López Rodríguez, A.,1999). De todas formas el número de minas activas fue importante, como sugiere la profusión de indicios mineros atribuidos a ese período que hemos encontrado.

Para beneficiar las menas se instaló una fundición de plomo denominada *La Serena*.

La fundición de *La Serena*

La Compañía Laffitte y Cia., propiedad del barón d'Eichthal, instaló en el año 1864 una fundición de plomo que gracias al nuevo medio de transporte se abastecía de combustible barato procedente de Espiel. Esta compañía era también la dueña de las principales minas de este distrito minero, como la de Miraflores, La Alondra o La Gamonita.

Estaba situada al sur del complejo minero de Miraflores, y estaba comunicada con la línea de ferrocarril por una vía. En la planta se trataban, además de los minerales locales, menas de otras localidades de la provincia. Disponía de 7 hornos y para evitar las pérdidas de plomo en los humos se montó una cámara general con cámaras de condensación que aprovechaba la pendiente del terreno. Sus dimensiones eran 118 m de largo por 1,5 m^2 de sección. Al final existía una chimenea de 32 m de altura (la diferencia de nivel entre el extremo de ésta y los hornos era de 42 m). En la unión de la galería con la chimenea, para facilitar el aprovechamiento de los productos plomizos arrastrados mecánicamente en los humos, se había construido una cámara especial de 10 m de largo, 5 m de ancho y 6 m de altura, con diafragmas interiores.

Los hornos eran del tipo *cuba*, con forma de tronco de cono invertido. La cúpula y tragante eran fijos e independientes de la *cuba*, asentados sobre columnas de fundición de hierro de 0,9 m la primera y de 0,6 m la segun-

da. El crisol estaba abierto sobre hormigón refractario, con una profundidad media de 0,7 m. Los hornos eran ligeramente diferentes entre ellos, variando sus dimensiones con la naturaleza de los lechos de fusión.

Cada horno tenía 3 toberas y el aire se insuflaba a una presión de 0,2 m de agua. La máquina soplante era de media presión, sin condensación y con expansión: con una fuerza de 25 caballos cuando marchaba con expansión a 1/5 y de 40 a pleno vapor.

		Quintales	Ley	Plomo consumido en las cargas quints., libs.
Fundente 44 quintales	Cuescos y gachas modernas	25	2%	0,50
	Mineral de hierro (óxidos y carbonatos)	14	2%	0,50
	Calizo	5	2%	050
Mineral plomizo 56 quintales	Escorias antiguas	16	15%	2,40
	Carbonatos y galenas	34	335%	11,90
	Mineral de Plasenzuela	6	16%	0,96
		100	Total	15,76

Tabla 2. Composición de los lechos de fusión de la fundición La Serena.

Cada horno fundía, cada 24 horas, una media de 16 t de la mezcla que aparece en el cuadro. Consumiéndose unos 3 t de coque inglés. Como fundentes y reactivos se utilizaban los óxidos de hierros procedentes de pequeñas minas de Cabeza del Buey, Castuera, y Quintana. La mina más importante la de Cerro Almagrera de Cabeza del Buey. El plomo producido se exportaba a Inglaterra.

En la planta trabajaban en total una media de 45 operarios en relevos de 12 horas cada uno.

La fundición de La Serena, era considerada como *"uno de los centros industriales más importantes de España, no tan sólo por sus rendimientos, sino por el grado de perfección con que se conducen todas las operaciones preliminares hasta obtener el metal, lo mismo en la parte metalúrgica que en la preparación mecánica, pudiendo citarla como modelo donde podían estudiarse todos los desenvolvimientos y adelantos de la ciencia en esos tiempos"* (Estadística Minera 1870).

La fábrica de la Serena funcionó hasta el mes de diciembre de 1886 en que fue derribada. El motivo alegado para el cierre fue el empobrecimiento progresivo de los minerales plomizos. A partir de dicha fecha los minerales de plomo se enviaron a una fundición de Peñarroya.

El laboreo minero

La mina más importante fue Miraflores, situada en el extremo norte del campo filoniano de Castuera, que comprendía dos concesiones colindantes: Buho y Guijarro.

La explotación de la mina se realizaba gracias a dos pozos maestros separados entre si a 400 m. El pozo nº1 contaba en 1865 con 92 m de profundidad y se había perforado una galería de 440 m de longitud a 60 m del nivel del suelo.

Las labores subterráneas se desaguaban mediante bombas movidas con una máquina de vapor fija, de 15 caballos de fuerza, habiendo dos juegos, el situado en el pozo nº1 tenía 20 cm de diámetro y las del nº2, 10 cm, puestas en movimiento por otra pequeña máquina de 6 caballos.

La extracción se realizaba mediante un malacate tirado por dos caballerías, el cable se arrollaba alrededor de un tambor de 2,4 m de diámetro, el mineral ascendía a la superficie en cubas o toneles. Este aparato fue reemplazado por una máquina de vapor de ocho caballos, guiando convenientemente el pozo, en el que se movían las cajas de extracción que contenían dos vagones cada una.

En el arrastre maestro había establecido otro malacate movido así mismo por caballerías ascendiendo los vagones de 400 l de capacidad por medio de un plano (raíles) inclinado.

Respecto al sistema de laboreo, éste se reducía simplemente al de bancos y testeros, empleándose en la fortificación entibación de pino o encina, y ocasionalmente la mampostería de piedra o ladrillo.

El transporte horizontal tanto interior como exterior se realizaba mediante ferrocarriles movidos por hombres o caballerías, y se construyó un ramal a la línea de Ciudad Real-Badajoz.

La presencia de numerosas labores subterráneas romanas representaba una gran dificultad para el laboreo. En el año 1869 las nuevas galerías por fin superaron a las antiguas en profundidad (>90 m), con lo que la producción aumentó notablemente. La profundización de los trabajos permitió, así mismo, explotar las partes del filón no alteradas supergénicamente, es decir más ricas en galena que en cerusita. En 1870 se laboreaba la 3ª planta a una profundidad de 90 m.

Respecto al número de obreros que trabajaban en la mina los datos que disponemos son discontínuos, estimamos que la media de trabajadores empleados fue alrededor de 400, (en 1888 trabajaban 229 en labores de interior y 157 en el exterior). Los empleados contaban con buenas y desahogadas habitaciones, situadas junto a las instalaciones mineras.

En el taller de preparación mecánica se empleaban dos máquinas de vapor; una de 10 caballos destinada a surtir de agua el taller y mover dos quebrantadoras del sistema Blake, y otra de 20 caballos destinada a distintas operaciones del mismo.

En 1889, en Miraflores se perforó un pozo de más de 100 m en el filón La Campana, en un tiempo de cinco meses, instalando al mismo tiempo una máquina de extracción de 40 caballos, con castillete, jaulas guiadas, casas de mampostería, y todos los accesorios necesarios.

Además de Miraflores existieron en el distrito un gran número de labores mineras (hemos inventariado 50). Otras minas relevantes fueron La Gamonita, situada en el T. M. de Benquerencia, su mineral se caracterizaba por contener alto porcentaje en Ag, por lo que se utilizaba para enriquecer los minerales de Miraflores. Esta mina permaneció abierta entre los años 1879 y 1883, y de ella sigue en pie todavía el castillete de mampostería. La mina La Alondra, situada al sur del grupo Miraflores, entró en producción en 1881; la mina El Prodigio fue explotada por una compañía inglesa. Las minas, situadas en el límite del T.M. de Cabeza del Buey fueron también muy importantes, estuvieron en funcionamiento al menos desde antes de 1863 (Figura 2).

Dentro de un contexto general de crisis del mercado metalúrgico, las minas cerraron en 1892, tras 27 años de actividad, habiendo alcanzado las labores subterráneas los 400 m de profundidad). Resulta difícil cuantificar cual fue el tonelaje del material extraído en el distrito, pues disponemos de datos muy incompletos, pero a partir de datos de la Estadística Minera estimamos que del complejo minero de Miraflores se extrajeron en el periodo de 1863 a 1892 unas 15 000 t de mineral.

De todas formas la investigación de los yacimientos prosiguió y en 1898 había un firme proyecto de abrir las minas de Lomo del Perro; Miraflores, Alondra y El Peñón por parte de Peñarroya y una compañía inglesa iba a trabajar El Prodigio y otras. Incluso en el Pozo la Campana se proyectó instalar un malacate de vapor.

En Castuera también se benefició otra sustancia: los óxidos de hierro. Estos se encontraban como impregnaciones en las cuarcitas armonicanas. Se utilizaban como fundentes y reactivos en la fábrica de La Serena. Las minas se denominaban Ferruginosa y Madrileña y en 1874 produjeron 10 000 quintales y trabajaban en ella 17 operarios.

EL SIGLO XX

A inicios del siglo, los trabajos de explotación minera son muy escasos. Durante los primeros años del nuevo siglo, las principales compañías que operaban en el distrito eran la Sociedad Minero Metalúrgica Peñarroya (SMMP) y la Sociedad Escombreras-Bleyberg que investigaban un gran número de concesiones en la localidad. La SMMP figura desde 1888 como propietaria de las minas que pertenecían a la Sociedad Laffite por lo que se puede suponer que ambas compañías se fusionaron en esa fecha. Posteriormente, en 1911, SMMP y la Sociedad Escombreras-Bleyberg se unieron, quedando la SMMP como titular mayoritaria de los derechos mineros del distrito de Castuera.

En las minas de Lomo de Perro la actividad se reinició hacia 1904. Ese año se realizaron labores de exploración y preparatorias en las minas Mentor y Babilonia.

Las minas activas durante este período eran entre otras, Rebelde Julia, Nueva Estrella y Campana y Mentor. Se beneficiaba el plomo argentífero siendo la ley de Ag en mina Mentor (3-4 Kgr Ag/tPb) y en Rebelde Julia (2-2,5 Kgr Ag/tPb).

Los trabajos extractivos en el distrito de Castuera se paralizaron definitivamente en 1909. En las minas de Lomo del Perro el motivo alegado del cierre fue que la metalización era mucho más escasa que las previsiones realizadas.

Durante la I Guerra Mundial hubo un corto período en que se relanzó la actividad minera. De todas formas ésta se limitó al relavado de escombreras por parte de un grupo de pequeños empresarios (Estadística Minera 1914).

A partir de esa fecha tan sólo hubo intentos puntuales de reemprender las explotaciones subterráneas, como en 1926 que se proyectó continuar la explotación en los niveles inferiores de la mina Miraflores, aunque la idea fue abandonada. Posteriormente en 1960 se acometieron trabajos de reconocimiento de los filones de la concesión Carmen, situada al norte de Miraflores. En el año siguiente se excavó un pozo hasta la profundidad de -50 m y se abrió una galería de 62 m de longitud. Los trabajos cesaron en 1962. En esa misma época se realizaron trabajos en la mina La Campana, situada en Mangada la Orden, al oeste de las anteriores explotaciones.

En el período comprendido entre 1950-70 tuvo lugar el relavado de escombreras de las principales minas: Miraflores, El Rayo y el grupo Lomo del Perro.

En la actualidad, la actividad minera es nula.

PATRIMONIO MINERO CONSERVADO

Los restos que dejó la actividad minera del distrito de Castuera son el testimonio de la excepcional importancia que tuvo la minería en el desarrollo socioeconómico e industrial de la comarca de La Serena en los períodos históricos anteriormente aludidos.

Actualmente todavía se conservan algunos vestigios de la minería en la época romana como los "rafados" (labores de investigación y explotación, superficiales, que seguían el trazado del filón) (Foto 1), éstos son muy numerosos y consideramos necesaria su catalogación y estudio arqueológico.También apuntamos la posibilidad de investigar las labores subterráneas antiguas que posiblemente sean parcialmente accesibles.

Respecto a la minería en el S XIX, las labores subterráneas son inaccesibles, y la totalidad de los pozos están tapados. Se conservan en muy mal estado las antiguas construcciones adyacentes a las minas, como es el caso de Miraflores, Valle Hondo, o el Peñoncillo, entre otras. Los castilletes de mampostería se conservan en La Gamonita, Valdecantos y Valle Hondo, aunque en muy mal estado. Sin embargo,el trazado del ramal del ferrocarril a Miraflores se puede seguir completamente.

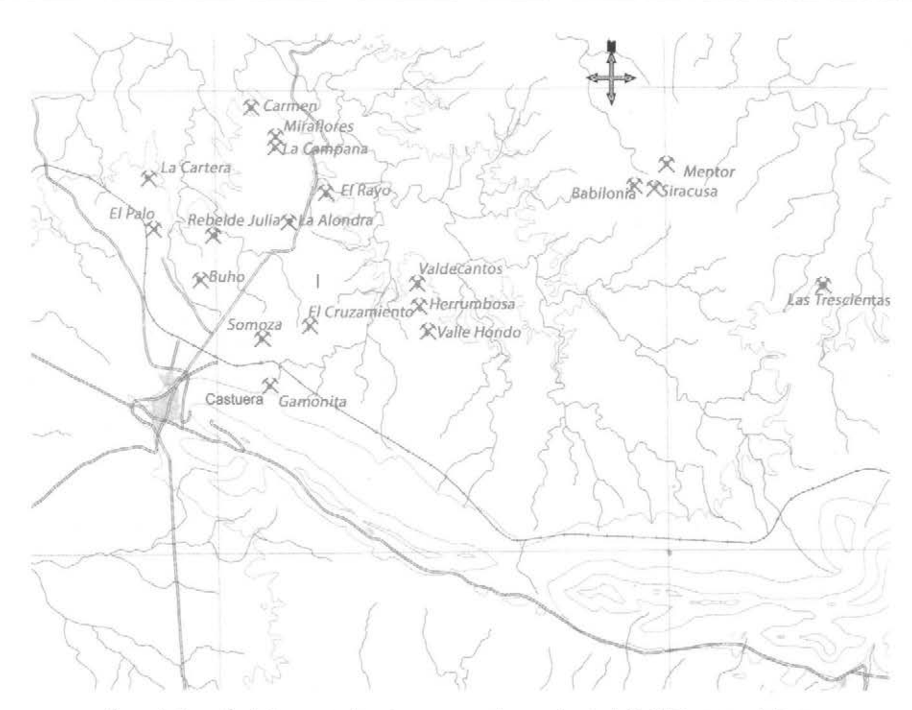


Figura 2. Situación de las principales minas activas en la segunda mitad del S XIX e inicios del S XX.

De forma especial merece la pena destacar la chimenea de la casa de máquinas de la mina Valle Hondo que es una de las pocas construcciones de este tipo que se conservan en Extremadura. (Foto 2). Esta edificación es una muestra del tipo de tecnología muy extendido en la segunda mitad del S XIX, caracterizado por la implantación de máquinas de vapor en los pozos de las minas. Estas suministraban la energía motriz para el sistema de movimientos verticales, jaulas, vagonetas y desagüe de las labores.

Las escombreras han sido utilizadas como áridos, principalmente como préstamos en la construcción de viales.

CONCLUSIONES

- La actividad minera se remonta en Castuera a épocas prerromanas. Ha tenido dos momentos de auge como sucedió durante el siglo I a.C. y durante la segunda mitad del S XIX.
- La minería romana fue muy importante, las labores subterráneas alcanzaron > 200 m de profundidad y los rafados tienen longitudes kilométricas.
- El resurgir de la minería en el S XIX fue motivado por dos causas: el descubrimiento de la riqueza en cerusita de los terreros romanos, y la llegada del FFCC. Esta coyuntura permitió que se estableciera una fundición de Pb entre 1864 y 1886, que fue en su momento un modelo de innovación tecnológica. La minería aportó a la comarca de La Serena un importante desarrollo económico, que representó una excepción en el contexto del SO ibérico.
- La mayor parte del Patrimonio Minero ha sido destruido. Sin embargo aún se conservan restos cuya protección consideramos urgente: los rafados romanos y la chimenea de la mina Valle Hondo.

BIBLIOGRAFÍA

- **Anónimo (1893):** *Gaceta Minera y Comercial* II p.97.
- **Anónimo (1901):** «Renacimiento del distrito minero de Castuera». *Rev Minera* p.324.
- **Domergue, C. (1987):** «Catalogue des mines et es fonderies antiques de la Péninsule Ibérique».TOME I Publications de la Casa de Velazquez. Serie Archeologie. VIII. Difusión de Boccard. Madrid. 344 pp.
- **Estadística Minera de España (1861-1994):** Ministerio de Industria y Energía. Dirección General de Minas, 133 volúmenes.
- **García-Bellido, M.P. (1994-95):** "Las torres-recinto y la explotación militar del plomo en Extremadura: los lingotes del pecio de Comacchio", *Anas* 7-8, pp. 187-218, Mérida.
- **López Rodríguez, A. (1999):** "Minería en Castuera: D. Benito Somoza de la Peña". *Antaño* p 9.
- **Ortiz Romero, P. (1995):** "De recintos, torres y fortines: usos y abusos", *Extremadura Arqueológica* V, Cáceres-Mérida, pp. 177-193.
- **Prost-Damme,V. (1980):** «Geologie et Gîtologie de la region de Castuera Badajoz/Espagne». Tesis doctoral. Université de Paris-Sud. Centre d'Orsay.

Salinas de Espartinas y la política de Carlos V

Fernando López Cidad y Felipe Tostón Menéndez
Sociedad Española de Historia de la Arqueología.
seha@arrakis.es

RESUMEN

Desde el siglo XI, la Corona de Castilla se esfuerza por controlar la producción y venta de la sal por razones fiscales. El "Libro de las Partidas" de Alfonso X consolida la legislación salinera en nuestro país, que es continuada por Alfonso XI, quien en el Ordenamiento de Alcalá (1338) establece que todas las rentas de aguas y pozos salados que sirven para hacer sal "recudan" al rey. Además, enumera con detalle las salinas principales del Reino entre las que se encuentran las de Espartinas, y ordena la libre circulación del producto a precio de tasa (no de mercado).

Desde finales del siglo XV, los Reyes Católicos son conscientes de que las rentas ordinarias no bastan para satisfacer los gastos del "nuevo Estado Moderno". Esta situación se agrava aún más con la política imperial de Carlos V que obliga a adaptar la estructura medieval de Castilla a las necesidades imperiales.

A las dificultades financieras, Carlos V respondió con dos medidas: el recurso al crédito de los hombres de negocio y la reorganización y creación de nuevas rentas. En esta coyuntura, tal como refleja el asiento de 1528, el Emperador se queja de la disminución de la producción de sal en Espartinas y decide concertar un nuevo arrendamiento que incluya, no sólo la explotación de dichas salinas, como hasta entonces, sino su mejor acondicionamiento (*Salina Chica*) y ampliación de la explotación (*Salina Grande*). El citado asiento contiene, además de los términos del acuerdo, una relación pormenorizada de las obras y gastos necesarios para esta mejora y ampliación.

Palabras clave: Carlos V, Edad Moderna, Salinas de Espartinas.

ABSTRACT

From the eleventh century the Castilla Crown tries to control the production and trading of salt for fiscal reasons. The "Libro de las Partidas" by Alfonso X consolidates the salt legislation in our country, which is continued by Alfonso XI, who in the "Ordenamiento de Alcalá" (1338) establishes that all the incomes for salt water and wells, which are used to make salt, revert to the king. As well, it enumerates with detail the main salt mines of the kingdom, among which we find those from Espartinas and regulates the free circulation of the product with tax price (not a market price). From the fifteenth century, the Catholic King and Queen are conscious about not being enough the common incomes to satisfy the expenses of the "new Modern State". This situation worsens even more with the imperial politics of Carlos V, which forces to adapt the medieval structure of Castilla to the imperial necessities.

Carlos V responded to the financial difficulties with two measures: the resource to the credit of the businessmen and the reorganization and creation of new incomes. In this situation, as it is reflected in the "asiento" of 1528, the Emperor complains about the diminution of the salt in Espartinas and decides to arrange a new renting, which includes, not only the exploitation of these aforementioned salt mine, like until this moment, but also its arrangement (Salina Chica) *and extension of the exploitation* (Salina Grande). *The aforementioned "asiento" contains, as well as the terms of the agreement, a detailed relation of the necessary works and expenses for this improvement and extension.*

Key words: *Carlos V, 16th Century, Salinas de Esparinas, Salt Works.*

Carlos V y dos hombres de negocios conciertan un asiento, firmado en 1528, para arrendar las Salinas de Espartinas con el compromiso por parte de éstos de realizar obras de ampliación y de reparación de las viejas salinas. El expediente contiene una relación de obras, ejecutadas entre ese año y 1531, que explican por qué aumentó de forma notable la renta de la sal recibida por la Corona. Salinas de Espartinas, arrendamiento, Estanco de la sal, Carlos V.

DOS EXPEDIENTES DEL SIGLO XVI SOBRE LAS SALINAS DE ESPARTINAS

El Archivo Histórico Nacional, en la sección "Consejo. Juros", guarda dos expedientes[1] que dan cuenta, entre otras informaciones, de las notables obras de ampliación y reparación de las Salinas de Espartinas, ejecutadas entre los años 1528 y 1532. De estos expedientes encontramos una breve descripción en el inventario general manuscrito de la citada sección, que sólo sistematiza, sin embargo, una mínima parte de los 2075 legajos que la componen.

Así, del expediente marcado con el número 25 leemos *"Pero González de León, vecino de Sigüenza. Francisco de Madrid, vecino de Segovia. Reparos y edificios de las Salinas de Espartinas. Traslado de fundación de mayorazgo de Pedro González de León (1541). 1532. 70 folios".* En otras palabras, estamos ante un grupo de documentos que motiva el asiento concertado entre Carlos V y dichos hombres de negocios, por el que éstos se obligaron a invertir ciertos dineros para aumentar notablemente la producción de las citadas salinas.

Del otro, del número 26, el citado inventario dice *"Cristóbal Suárez, contador de relaciones de S.M. Merced de formar parte del asiento hecho para la explotación de las Salinas de Espartinas. Copia del asiento 1528-1532. 25 folios".* Este conjunto documental deriva, a su vez, de la renuncia a participar en el asiento mencionado arriba, hecha por Francisco de Madrid a favor de Cristóbal Suárez, funcionario con el cargo de contador de relaciones del rey.

LA DESCRIPCIÓN DE LOS EXPEDIENTES

Ambos expedientes no son más que las copias guardadas por el Consejo de Hacienda, pues éste organismo acostumbraba a redactar por duplicado tal clase de documentos. El interesado recibía el documento original escrito *"en pergamino de cuero e sellada con nuestro sello de plomo pendiente en filos de seda e colores"*[2]. El carácter de copia explica que los diferentes documentos, que los componen, se escriban uno a continuación del otro, en muchos casos sin una separación clara entre ellos.

Cada expediente consiste en un documento único, múltiple y redundante por cuanto está formado por otros documentos que repiten fórmulas y contenidos con variaciones de diferente grado que no afectan a su significación general. Así, el nº 25 consta, por este orden, del asiento *"que entre su Majestad e Pero Gonçalez de Leon e Francisco de Madrid se tomo sobre ciertos reparos e hedifiçios que han de hazer en las dichas salinas..."*[3]; de la carta de privilegio *"de la seysma parte de lo que montaren los crecrecimientos que oviere en las dichas salinas demas del precio en que agora estan arrendadas..."*[4], extendida a nombre de Pedro González de León y confirmada en 1574 a favor de doña Ana de León, su hija; de la cédula de mandamiento real ordenando la fe o averiguación de las obras y gastos[5], que incluye la relación detallada de éstas; y, por último, de la cédula real confirmando el citado privilegio[6]..

El expediente nº 26, muy similar al anterior, está formado por la carta de privilegio *"de la seysma parte de lo que montaren los crecimientos..."*[7], extendida a nombre de Cristóbal Suárez y confirmada, por fallecimiento de éste, a favor de doña María Suárez, su hija, con indicaciones para su localización en los libros oficiales; por la carta de renuncia al asiento por parte de Francisco de Madrid[8]; por la cédula de mandamiento real ordenando la fe o averi-

[1] A.H.N. Consejo.Juros. Leg. 269, exp. 25 y leg. 264-2, exp 26.
[2] Exp. 26, f. 29v.
[3] Exp. 25, f. 1r. y ss.
[4] Exp. 25, f. 10v. y ss.
[5] Exp. 25, f. 17v. y ss.
[6] Exp. 25, f. 35v. y ss.
[7] Exp. 26, f. 1r. y ss.
[8] Exp. 26, f. 9r. y ss.

guación de las obras y gastos[9]; y, finalmente, por la cédula real confirmando la carta de privilegio[10]. En ambos conjuntos documentales existe algún que otro documento, mucho más breve que los arriba citados y de casi nulo interés para esta comunicación.

Dado que ambos expedientes muestran tan fuertes parecidos[11], la presente comunicación se basa en el análisis del primero de ellos, el único que contiene el texto del asiento; el segundo servirá únicamente para completar la información sobre los asentistas o sobre las circunstancias que concurrieron en el concierto y ejecución del asiento.

LA FISCALIDAD DE LA SAL EN CASTILLA

El valor histórico de la sal desborda con creces el marco puramente alimenticio y económico, incidiendo también en los campos de la simbología, de la religión y de las relaciones con el poder (PORRES, 2003: 18-28). Es, precisamente, en este último terreno, y más en concreto, en la explotación fiscal de la sal, donde encaja el presente artículo.

A pesar de su humilde condición, la sal significó en las sociedades preindustriales un elemento imprescindible para la vida de las personas y de los animales (MARTÍN,TOSTÓN y LÓPEZ, 2000: 46). Su consumo era tan necesario y abundante que desde la Edad Media las monarquías europeas se sintieron atraídas por el control de la sal, convirtiendo la producción y distribución de este producto en una de sus principales fuentes de ingresos.

En el caso de Castilla, se desarrolla desde el siglo X un proceso de concentración de la propiedad salinera en manos de los poderosos (PASTOR DE TOGNERI, 1963), incluidos los reyes, quienes, además de convertirse en propietarios de salinas, introducen y asientan en el ordenamiento jurídico la idea de que la propiedad y la renta de todas las aguas y pozos salados debía reservarse a la monarquía (LADERO QUESADA, 1987 y 1993) por tratarse de mineros[12]. Esta propiedad real de las salinas se reflejaba en el derecho a determinar el régimen de su explotación, a fijar el precio de la primera venta de la sal y las condiciones de su distribución.

Si bien la afirmación teórica de esta regalía real quedó establecida claramente a mediados del siglo XIII, aunque compatible con la concesión de mercedes sobre las rentas de las salinas o de la propiedad de algunas explotaciones (LADERO QUESADA, 1987: 822 y 823), la realización práctica del monopolio no resultó tan sencilla, y no se completó hasta la segunda mitad del siglo XVI.

Alfonso XI había protagonizado el intento más serio de establecer el monopolio real sobre la sal (Ordenamiento de Alcalá, 1338); pero las protestas de concejos y procuradores contra los cupos obligatorios de compra condenaron al fracaso la reforma alfonsina, y forzaron la vuelta al régimen anterior: a la compra libre de la cantidad de sal al precio marcado por la Corona, a la inspección del fraude y a la delimitación de las áreas reservadas en exclusiva a cada salina para la venta de su producción, definitivamente fijadas a fines del siglo XIV en los *quadernos* que contenían las normas de arrendamiento de la renta de cada explotación salinera (LADERO QUESADA, 1993: 96-99).

A partir de las últimas décadas del siglo XV, la Corona castellana descubrió que los ingresos ordinarios eran insuficientes para cubrir los gastos crecientes del Estado moderno, sobre todo los debidos a las guerras y, más tarde, a la política imperial. Los Reyes Católicos se limitaron a una reordenación de la Hacienda, pero sin romper el esquema organizativo de las Contadurías Mayores, heredado de sus antecesores. Su sucesor Carlos V, siempre falto de dinero,

[9] Exp. 26. f. 10r. y ss.

[10] Exp. 26. f. 26r. y ss.

[11] Excepto el asiento y la carta de renuncia, los otros documentos coinciden en la totalidad del texto, salvo en lo que se refiere al nombre de los interesados y sus circunstancias.

[12] Aunque la primera formulación de este tipo corresponde a las Cortes de Nájera (1137), las Partidas y el Ordenamiento de Alcalá (1338) siguen insistiendo en la misma idea (LADERO QUESADA, ob. cit.).

comprendió desde el primer momento la urgencia de diseñar una nueva política hacendística que adaptase la estructura medieval castellana a las necesidades de la política imperial, y terminase con la desorganización existente (CARANDE, 1977, t. 1: 296 y ss.). En efecto, los gastos ocasionados por la coronación imperial, la revuelta de las Comunidades y la guerra contra Francia colocaron a la Hacienda real al borde de la crisis. El Emperador decidió entonces la creación (1523) del Consejo de Hacienda, que asumiría las competencias de las antiguas Contadurías, buscando una mayor eficiencia en la gestión de los dineros públicos; además, se interesó por aumentar el rendimiento de las rentas reales y acudió al crédito privado utilizando con profusión la figura del asiento[13].

Estas reformas, sin embargo, no corrigieron el déficit presupuestario que provocó la política de Carlos I, quien dejó a su sucesor una deuda cinco veces mayor de la que él había heredado. Felipe II se vio obligado, por tanto, a decretar dos suspensiones de pagos en 1557 y 1560, y, ante la pérdida del crédito público que llevaban aparejado tales maniobras financieras, a arbitrar nuevas fuentes de ingresos, entre ellas la organización del monopolio sobre las salinas (TOBOSO, 1987: 113 y ss.). En 1564, el Monarca daba la orden de incorporar a la Corona todas las salinas de Castilla, excepto las de Andalucía, comprometiéndose a indemnizar a los propietarios despojados. Dos años más tarde, el estanco de la sal quedaba definitivamente organizado (ULLOA, 1986: 385-389).

EL ASIENTO DE 1528

Aunque se conocen las líneas generales de la historia de las Salinas de Espartinas (LÓPEZ Y ARROYO, 1983 y 1994; PUCHE y otros; MARTÍN, TOSTÓN y LÓPEZ, 2002) gracias a que desde 1182, fecha de una permuta de propiedades que las menciona, hasta el abandono de su explotación ya avanzado el siglo XX, su nombre aparece en numerosos y diferentes documentos[14], una mayor atención a los fondos de los archivos nacionales permitiría ahondar en los detalles de la evolución histórica de estas salinas, confirmando o ampliando lo conocido hasta ahora. En este sentido, los expedientes aquí analizados explican por qué la renta de Espartinas tuvo que esperar al segundo tercio del siglo XVI para crecer de forma notable, cuando los ingresos reales de la renta de la sal habían experimentado un fuerte incremento desde fines del siglo XV (ULLOA, 1986: 383).

El 20 de noviembre de 1528, en Toledo, Carlos V firma el asiento concertado con Pedro González de León y Francisco de Madrid por el que les arrienda estas salinas entre los años 1530 y 1533. El primero es un vecino de Sigüenza, ciudad próxima a las salinas de Imón y Atienza, que alcanzó un indudable éxito como hombre de negocios. Carande cuenta que en 1542 obtuvo la adjudicación del arriendo de los maestrazgos, compitiendo en pública subasta con una compañía de mercaderes genoveses; pero sospecha que fuera un hombre de paja de la Mesta (CARANDE, 1977, t. 1,: 463-469). Del otro sólo se sabe que es un vecino de Segovia que inmediatamente renuncia a participar en el asiento.

En este documento, el Emperador, tras enumerar sus títulos, reconoce que desde hace tiempo muchos arrendadores y recaudadores de las Salinas de Espartinas han perdido dinero porque se labra poca sal, y anuncia que ha decidido aceptar una oferta de arriendo de las salinas por el precio en que ahora están arrendadas más 100.000 maravedís en cada año, operación que incluye el compromiso por parte de los asentistas de *"...edificar e fazer e labrar de nuevo unas buenas salinas (...) cerca delllas otras salinas Despartinas e rebedificar e adereçar las salinas que agora ay..."*[15].

[13] El asiento era un contrato entre la Corona y uno o varios hombres de negocio: éstos se comprometían a entregar determinada cantidad de dinero sobre la garantía de las rentas reales. También se utilizaba en el arrendamiento de estas rentas, sobre todo cuando la Corona pensaba que el arrendatario ofrecía ciertas ventajas.

[14] Lo mismo aparecen mencionadas en el testamento de Alfonso VIII, en el Ordenamiento de Alcalá (1338) que en las Relaciones Topográficas de Felipe II, en asientos o legajos que contienen las cuentas de su arrendamiento.

[15] Exp. 25, f. 2r.

En efecto, los dos hombres de negocios se comprometen en este asiento a gastar hasta dos millones de maravedís en las obras de ampliación y reparación de las salinas. Además, en el caso de que mermase la producción o las obras causasen algún daño en las instalaciones, aceptan satisfacer enteramente la renta debida a la Corona o indemnizar al actual arrendatario.

De lo que rentaren anualmente las nuevas salinas, se sacarán 1.300.000 maravedís para la Corona, se pagarán las tasas al escribano de rentas -10 maravedís al millar-, se reservarán 20.000 maravedís para reparaciones y se destinarán 10.000 maravedís para que digan misa uno o dos capellanes en una ermita que hay en las salinas. El resto se repartirá de modo que 2/3 sean para la Hacienda real, y como premio por la inversión hecha y el interés puesto en la obra, el tercio sobrante quede para los arrendatarios, sus herederos y sucesores *"por juro de heredad perpetuamente para siempre jamas..."*. Esta clase de juros, supervivencia medieval de los antiguos juros de merced que el rey concedía, entre otros motivos, como recompensa por los servicios prestados, se siguieron emitiendo durante la Edad Moderna en número muy escaso y con un interés bajo casi siempre a favor de instituciones eclesiásticas (TOBOSO, 1987: 30 y ss).

El Emperador acaba el documento ordenando a los contadores mayores que guarden y hagan guardar lo establecido, y que trasladen el asiento a los libros reales de lo salvado. Con la misma fecha, los funcionarios reales extienden sendas cartas de privilegio a favor de los dos asentistas reconociendo los términos en que se había redactado el asiento.

Cinco días más tarde, el 25 de noviembre, Francisco de Madrid entrega una carta de renuncia a participar en el asiento, firmada en Toledo, porque *"no tengo para poder gastar de mi propia hacienda lo que es menester para las dichas obras..."*[16], pidiendo que le borren de los libros y que anoten en su lugar a Cristóbal Suárez a quien cede todos los derechos y obligaciones como arrendatario. Éste, entonces contador de relaciones en el Consejo de Hacienda, cargo que continúa ocupando en la década de los cuarenta (CARANDE, 1977, t. 1: 294, 435 y 469), ha recibido previamente una autorización real *"para que podays tener e tengays toda la parte que quisyeredes e por bien tovieredes en el dicho asyento (...) syn caer ni yncurrir por ello en pena alguna..."*[17].

El 11 de diciembre de 1528, en respuesta a una petición de los asentistas, el Emperador encomienda a Pelayo Romero, escribano real y notario principal de su Majestad, que vaya a las Salinas de Espartinas *"e veays e tengays cuenta e razon de todo lo que verdaderamente se gastare en comprar los suelos (...) en hazer y labrar los pozos y alvercas e recozederos e casas e cercas (...) y en reparar y rehedificar las dichas salinas que agora ay (...) e tengays de todo ello cuenta e razon en un libro..."*[18]. En cumplimiento del mandato real, este escribano se persona en Ciempozuelos el 29 de diciembre, pero del año siguiente, ante Pedro de Buitrago, escribano real, y ambos proceden durante ese año y el siguiente a comprobar si las obras y los gastos ejecutados correspondían a lo comprometido, y a redactar una relación de los mismos. Con fecha del 8 de marzo de 1532, los citados funcionarios reales daban fe de que *"todos los presones obras y edificios en esta dicha quenta e relacion contenidas (...) estan fechas e acabadas en toda"*[19] y que el importe de los gastos ascendía a 2.905.562 maravedís, casi un 50% más de lo previsto.

Finalmente, el 17 de julio de 1532, en Medina del Campo, el Emperador firmó sendas cédulas reales para los dos asentistas, confirmando el contenido del asiento y de las cartas de privilegio, así como del resto de los documentos a que había dado lugar el concierto y ejecución del asiento.

[16] Exp. 26, f. 9r.

[17] Exp. 26, f. 8r y v.

[18] Exp. 25, f 19 r.

[19] Exp. 25, f. 35r. La averiguación nos informa no sólo de las obras y su coste, sino también del número de jornales, de los salarios, de la procedencia de los materiales, del nombre de los maestros y contratistas así como de su procedencia geográfica... cuyo estudio desborda claramente los estrechos límites de esta comunicación.

LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN Y MEJORA

Al principio de la fe o averiguación de las obras y gastos, los escribanos reales resumen en pocas líneas el sentido de la ampliación de las Salinas de Espartinas, cuando afirman que *"bizieron ciertos presones en que recoger el agua de los manaderos dellas e otrosy se traxo debaxo de tierra e por arcaduces e encañamientos el agua de la salina grande para juntar con el agua de la salina chica e se hizo una puente por donde pasase la dicha agua"*[20]. En efecto, para aumentar la producción de sal, además de reparar las viejas salinas, se pretendía incrementar el caudal de los manantiales salinos, añadiendo a las aguas de la salina chica (actual Arroyo de las Salinas en Valdelachica) las de la salina grande (Valle Grande). Un manuscrito del siglo XIX[21] aclara que en las Salinas de Espartinas se benefician dos manantiales: el principal, de agua buena con 28° de salinidad, que corre por Valdelachica; el del Valle Grande recogía aguas de peor calidad -5° de concentración salina- y se utilizaba para aumentar el caudal de las aguas madres.

CONCEPTO	EN MARAVEDÍS	EN %
Presones y eras	1,742.033,5	56,52
Conducción de aguas	852.320,5	27,65
Edificios	146.964,0	4,76
Salarios	340.391,0	11,04
Total	3.081.709,0	100

Elaboración propia a partir del expediente n° 25, f. 17v. y ss.

Los trabajos ejecutados se centraron *"en fazer e labrar los pozos e alvercas e recozederos e traer lo mas a ellas el agua que fuere menester e en los desaguaderos e cuevas e acequias e en abrir almatricheras e las cuevas dellas e llevar el matriche para los suelos de los dichos recozederos e alvercas e salinas y en fazer cercas e casas e albolies..."*[22]. Al final, lo gastado superaba casi en un 50% lo que se había comprometido en el asiento, sin que los documentos expliquen el porqué de esta importante desviación del presupuesto.

Algo más de la mitad de lo gastado se empleó en la construcción y reparación de presones y eras. En total se construyeron 19 presones nuevos y se repararon 7 de la vieja salina. En el primer caso, las labores consistían en que *"lo cavasen y solasen de almatriche y allanasen los andamios..."*[23]; en el segundo caso se limitaban a limpiarlas o, en alguna ocasión, a cavarlo porque se había llenado de tierra. Todos los presones tienen un nombre propio, pero sólo de cinco de ellos se ofrecen las dimensiones (51 x 21 pasos el mayor, 42 x 24 el menor).

Además, se cavaron y solaron cerca de 600 eras cuyo reducido tamaño y escasas exigencias constructivas requirieron bastante menos dinero que los presones.

¿Cuál era la utilidad de presones y eras? No queda claro pues términos como presones, albercas, rececederos se utilizan indistintamente, sin aclarar su función; sólo en la averiguación se habla de presones. Es muy probable que algunos presones -rececederos- sirviesen para almacenar la salmuera durante el invierno y favorecer, gracias a la

20 Exp. 25, f. 20v.
21 Biblioteca Regional de Madrid, Ms-26. Transcripción de Daniel Carvajal García.
22 Exp. 25, f. 3v.
23 Exp. 25, f. 23v.

acción del frío, el precipitado del sulfato de forma que las aguas mueras perdiesen las sales purgantes y su olor desagradable; otros presones de menor fondo se utilizarían como calentadores para acelerar la concentración de la sal o, incluso, para cristalizar la sal -albercas-, aunque de este último paso del proceso de producción se encargarían indudablemente las numerosas eras durante la estación estival[24].

Las aguas mueras brotan de forma natural en las cuestas de los páramos yesíferos del Sur de Madrid. En el caso de las Salinas de Espartinas, estas aguas discurren por el fondo de los barrancos, alimentando sendos arroyos en Valdelachica y Valle Grande. Como se ha apuntado más arriba, las obras de canalización tenían por objeto sumar el agua de la Salina Grande a la de la Salina Chica pues los presones y las eras se debieron localizar en su mayoría al sur de esta última, entre el pie de la cuesta del páramo y la actual carretera de Ciempozuelos a Aranjuez. Además, para aumentar el caudal de estos manantiales se perforaron minas y pozos. En el caso de las minas, se trata de la primera mención escrita de tal tipo de labores en las Salinas de Espartinas: se perforaron dos minas, una por cada salina. A su vez, fueron varios los pozos que se perforaron, pero no queda clara su función: ¿Servían para alumbrar aguas subterráneas o como depósito de las mismas, construidos bajo las eras, como sucedía en las salinas de Poza de la Sal (SAIZ ALONSO, 2001), construidas en forma de terraza sobre las laderas del Valle de Rusalado? Si sirvieron para hacer aflorar las aguas, ¿por qué la casi totalidad de ellos *"se hizieron y enpedraron?"*[25], ¿por qué se hizo un pozo empedrado en una caña o conducción de agua? Algunos pozos estaban provistos, además, de bombas *"para subir la dicha agua de la dicha salina grande a ciertos presones de la salina chica..."*[26]; otros, a su vez, disponían de norias y cigüeñales.

La averiguación habla de tres tipos de canalizaciones de aguas. La primera llevaba las aguas saladas hasta los presones. Fueron las más laboriosas de tender porque hubo que abrir en el terreno una tajea más o menos profunda -a veces hasta un estado[27] y medio- en la que se encañaban los arcaduces -se compraron 7086 arcaduces- apoyados sobre una cama de tejas; además, esta caña contaba con numerosas arcas hechas con sillares. También se emplearon con el mismo fin maderos aserrados a lo largo -*prentales*- y vaciados en su interior que, unidos servían como de tuberías. Para salvar los desniveles y cruzar los barrancos, el documento cita la construcción de tres puentes de madera. La segunda, los regueros, repartía el agua desde los presones hasta las eras, valiéndose de unos surcos que requerían una obra bastante más sencilla. Por último, los aguadales utilizados para expulsar el agua sobrante de presones y eras.

CONCLUSIÓN

No cabe duda de la importancia de las obras ejecutadas a fines de la tercera década del siglo XVI en las Salinas de Espartinas, aunque el desconocimiento del tamaño de la vieja explotación nos impida la comparación entre las situaciones anterior y posterior a los trabajos. El volumen de la inversión así lo prueba: el coste de las obras superaba la previsión del asiento en un 50%; además, equivalía casi a dos veces y media la renta anual pactada en el arrendamiento de 1526-1530 entre la Corona y Juan de la Plaza.

Otra prueba del valor de las obras tiene que ver con la categoría de los asentistas. Juan de la Plaza, vecino de Borox, población próxima a Ciempozuelos, no deja de ser un hombre de negocios local que, incluso participa como

[24] Así describe las labores de la sal en el siglo XIX el ya mencionado manuscrito de la Biblioteca Regional de Madrid (Ms-26). En la misma línea abunda la explicación del proceso tradicional de producción de sal en las salinas de la Comarca de Atienza (TRALLERO SANZ y otros, 2000: 67 y ss.).

[25] Exp. 25, f. 28v.

[26] Exp. 25, f. 27v.

[27] Según el Diccionario de la Rae, 1732, *"cierta medida de la estura regular que tiene un hombre: y de ordinario la porfundidad de los pozos u de otra cosa honda, se puede medir por estados".*

contratista en las obras. Pedro González, por el contrario, une a su condición de vecino de Sigüenza, cercana a las salinas de Atienza e Imón, y, por lo tanto conocedor del negocio de la sal, la del hombre de negocios que puja, a veces con éxito, junto con los negociantes extranjeros. Cristóbal Suárez, por su parte, debe a su oficio de contador de relaciones el conocimiento de los arrendamientos y la cantidad del situado en cada renta real: está al tanto del atractivo económico que supone participar en este negocio.

Añadamos también el interés del Emperador por las expectativas económicas que generan los términos del asiento. No sólo valora la inversión comprometida por parte de los asentistas, sino su interés y trabajo en beneficio de la Hacienda real. La gratitud real se refleja en la concesión de sendos juros perpetuos a los arrendatarios y a sus herederos, situados sobre las mismas Salinas de Espartinas y confirmados más tarde a los herederos.

En fin, los dos expedientes explican por qué la renta que generan estas Salinas a favor de la Corona se multiplica por una cifra ligeramente superior a dos en el segundo tercio del siglo XVI, tal como reflejan los datos que ofrece Modesto Ulloa y, aunque lejos de las salinas de la Comarca de Atienza, las primeras del Reino, las de Espartinas ocupan el segundo lugar. Más tarde, tras el establecimiento del estanco, merecerán estas salinas la distinción de ser la cabeza de uno de los distritos en que se agruparon los saladares y alfolíes de la Corona castellana.

BIBLIOGRAFÍA

A) Fuentes primarias

- Archivo Histórico Nacional. Sección "Consejo.Juros". Leg. 269, exp. 25 y Leg. 264-2, exp 26.
- Biblioteca Regional de Madrid, Ms-26. Cortesía de Daniel Carvajal.

B) Fuentes secundarias

- **Carande, Ramón (1977):** *Carlos V y sus banqueros*. Barcelona. Ediciones Crítica. 2 tomos.
- **Covarrubias y Orozco, Sebastián de (1995):** *Tesoro de la lengua castellana o española*. Madrid. Castalia.
- **Ladero Quesada, M.A. (1987):** "La renta de la sal en la Corona de Castilla (siglos XIII-XVI). En *Homenaje al profesor Juan Torres Fontes*. Murcia. Universidad de Murcia. Academia Alfonso X El Sabio.
- **Ladero Quesada, M.A. (1993):** *Fiscalidad y poder real en Castilla (1252-1369)*. Madrid. Editorial Complutense.
- **López Gómez, A. y Arroyo Ilera, F. (1983):** "Antiguas salinas de la Comarca de Aranjuez". En *Estudios Geográficos*, nº 172-173. Madrid. CSIC.
- **López Gómez, A. y Arroyo Ilera, F. (1994):** "Salinas interiores y abastecimiento de sal en las tierras madrileñas a finales del siglo XVI". En *Boletín de la Real Academia de la Historia*, t. CXCI. Madrid. 413-435 pp.
- **Martín, Mª T., Tostón, F. y López Cidad, F. (2002):** "Documentación histórica de las Salinas de Espartinas". En *Archaia*, nº 2. Ciempozuelos. 46-53 pp.
- **Pastor de Togneri, Reyna (1963):** "La sal en Castilla y León. Un problema de la alimentación y del trabajo y una política fiscal". En *Cuadernos de Historia de España*, nº 37-38.
- **Porres Marijuán, Rosario (2003):** *Sazón de manjares y desazón de contribuyentes. La sal en la Corona de Castilla en tiempos de los Austrias*. Bilbao. Universidad del País Vasco. 229 pp.
- **Puche, O. y otros (2001):** «Salinas históricas de la Comunidad de Madrid: caso particular de Espartinas ».
- **Saiz Alonso, Eduardo (2001):** *Las salinas de Poza de la Sal*. Burgos. Excma. Diputación Provincial de Burgos. 118 pp.
- **Toboso Sánchez, Pilar (1987):** *La deuda pública castellana durante el Antiguo Régimen (juros) y su liquidación en el siglo XIX*. Madrid. Instituto de Estudios Fiscales. 336 pp.
- **Trallero Sanz, A.M. y otros (2000):** *Las salinas de la Comarca de Atienza*. Guadalajara. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. 126 pp.
- **Ulloa, Modesto (1986):** *La Hacienda Real de castilla en el reinado de Felipe II*. Madrid. Fundación Universitaria Española. 891 pp.

La historia de las minas de plata de Bustarviejo

Luis Jordá Bordehore, Octavio Puche Riart y Luis Felipe Mazadiego Martínez
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.
luis_etsim@hotmail.com - opuche@dinge.upm.es - lmazadiego@dermos.upm.es

RESUMEN

En las proximidades de la localidad de Bustarviejo, se encuentra una de las minas de metales más importantes de toda la Sierra de Guadarrama. Se trata de una explotación de plata, que contó también con varias fundiciones, tanto a pie de mina como en el propio pueblo; en ésta última se obtuvieron lingotes en los siglos XVII y XVIII. Las crónicas hablan incluso de la obtención de oro. Las minas de la Cuesta de la Plata de Bustarviejo han estado activas desde el siglo XVII (aunque hay pequeños trabajos del siglo XV) hasta 1890. Las labores subterráneas son un museo de la minería, conservando enormes frentes de trabajo en anchurones y testeros del siglo XVIII. Hubo una campaña de exploración en 1977 que dejó algunos vestigios mineros que contrastan positivamente con los elementos antiguos.

Palabras clave: Bustarviejo, Madrid, metalurgia, minería, plata.

ABSTRACT

Close to the village of Bustarviejo, northern Madrid, is one of the most important metallic mines of the Guadarrama mountain range. The ore was discovered in 1417 and mining workings and metallurgy was developed mainly in 17th, 18th and 19th century. The underground workings as well as outside remnants worth being preserved as a museum.

Key words: *Bustarviejo, Madrid, metallurgy, Mining, silver.*

LOCALIZACIÓN DE LAS LABORES MINERAS

Las minas de la Cuesta de la Plata de Bustarviejo son las explotaciones metálicas que más tiempo han estado activas en la provincia de Madrid, desde el siglo XVII hasta 1890, alternándose numerosos explotadores y trabajándose de manera intermitente. Es a veces difícil pero pueden distinguirse las labores más antiguas de las recientes, a pesar del volumen de trabajos posteriores y enormes escombreras, especialmente del siglo XIX, que han sepultado algunos de los vestigios. Con la metalurgia es más flagrante, pues fue creciendo, absorbiendo y demoliendo las obras anteriores. Como excepción citar las ruinas de la torre y rueda del molino de mineral que datan de 1660, perfectamente conservada, aunque castigada por el paso del tiempo.

La mina, que es un importante conjunto de pozos y escombreras, se encuentra en Bustarviejo, no muy lejos del casco urbano. Se ubica en la vertiente madrileña de la Sierra de Guadarrama. De la fuente del Collado, a 1500 metros del pueblo de Bustarviejo, parte una pista forestal que se adentra en la Garganta del Arroyo de la Mina. Este arroyo nace en el collado abierto de la Albardilla, separando el Cerro de la Braña del de la Porquizuela. La ladera Sur del Cerro Cabeza Braña es el paraje conocido desde antiguo como Cuesta de la Plata, y donde se ubican las minas de mineral de arsénico con alto contenido en plata (arsenopiritas con matildita).



Figura 1. Localización de la mina a vista de pájaro.

MARCO GEOLÓGICO

La localización de la mina corresponde al sector central de la Sierra de Guadarrama, definido entre Somosierra y el Macizo metamórfico de La Cañada-Cebreros; entre el triángulo que forman los cabalgamientos de Berzosa, Santa María de la Alameda y Piñuecar. A nivel local distinguimos en la carta geológica a la izquierda dos fallas mayores que ponen en contacto las unidades metamórficas de Cabeza Braña al Oste y Bustarviejo al Este.

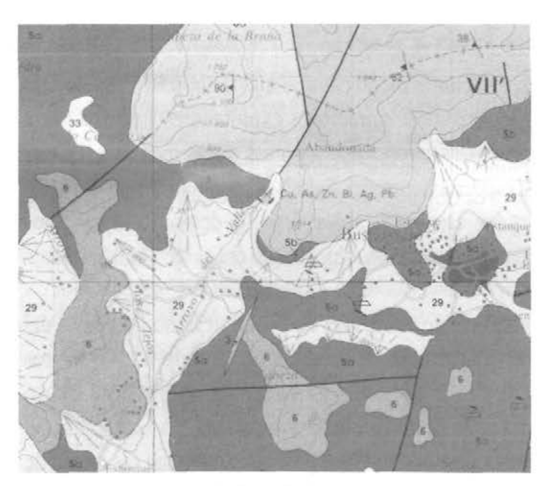


Figura 2. Hay un error en la ubicación de la mina en la hoja geológica.

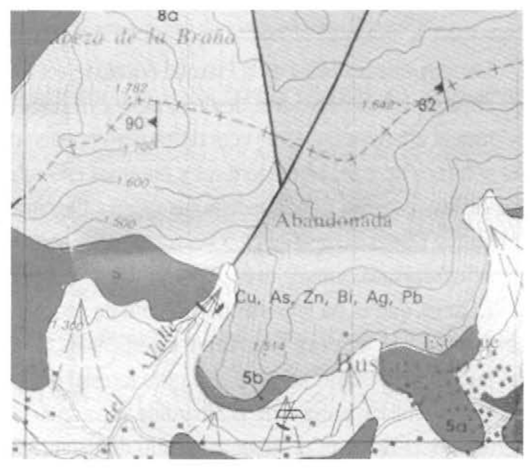


Figura 3. Ampliación de la zona de la mina, a partir de la hoja geológica.



Figura 4. Arsenopirita y drusas de cuarzo centimétricos rellenando una zona de falla.

MARTÍN CRESPO, VINDEL y LÓPEZ GARCÍA (2002) apuntan que la mineralización rellena filones de menos de 10 cm y cavidades que siguen una dirección predominante N-30°-35°E. En un encajante de ortogneises bandeados de edad Preordovícica. Corroboramos estas afirmaciones por los afloramientos de la mineralización presentes en varios puntos de la zona más alta del yacimiento, junto al pozo maestro. Sin embargo la fisonomía de la mina en cámaras verticales vaciadas y los datos históricos de explotación de la mina, en la que se obtuvieron ingentes cantidades de arsenopirita (y hasta 0,5% de plata) nos hacen suponer que en algunas zonas de la mina, la arsenopirita se presentaría en grandes bolsadas y filoncillos entrecruzados dando lugar a riñones de potencia métrica y varios metros de desarrollo.

MINERALIZACIÓN

Las minas de Bustarviejo se localizan próximas al macizo granítico de La Cabrera. La mina ha explotado durante más de 400 años una zona de stockwork o brechificacion ligada a una gran falla de dirección predominante N-027-E que surca la zona conocida como Cuesta de la Plata, a unos 1500 m de altitud en las laderas del Cerro de la Braña. Como apuntan (García, *et al.* 1999 Bol. Soc. Esp. Min.) la mineralización está constituida por As-Fe-Cu-Pb-Ag-Zn y Sn que aparece en bolsadas y en pequeños filones de cuarzo en afloramiento, de un espesor normalmente menor de 10 cm. Si bien en los frentes de trabajo históricos la potencia llegó a ser métrica: Pisos 2 a 3 del pozo Indiana y Gran Cámara del pozo maestro (a -25, -40 metros de profundidad). La mineralización rellena una zona de brechificación de la roca encajante, que está constituida por un ortogneis bandeado, fuertemente alterado en la proximidad de los filones (García, *et al.* 1999).

La deposición de los minerales tiene lugar en tres etapas, de mayor a menor temperatura, primero precipitan minerales de As-Fe, después Cu-Sn-Zn y la última etapa es la argentífera, asociada al Pb y al Bi. Como señala Samper

(1977) la plata se presenta en forma de Schapbachita (este mineral de plata se conoce actualmente como matildita). Este autor lo cita como único mineral de plata reconocido en las muestras que estudió. Este mineral en general no es reconocible a simple vista, la determinación se realizó con microscopio de reflexión y secciones pulidas de arsenopirita.

BREVE RESEÑA HISTÓRICA HASTA FINALES DEL SIGLO XIX

El descubrimiento de la mineralización, un "venero en el Bustarviejo" se remonta a 1417, a la expedición de Juan Sánchez y Fernando Robledo. Esta campaña fue encargada por el rey Juan II de Castilla, y tuvo por objeto descubrir y ensayar minerales en toda la zona entre Guadarrama y la Sierra de Ayllón.

En 1625 se redescubre la mineralización y se realizan ensayos que dan un contenido en plata y oro que justifican mayores labores, sin embargo la apertura de una gran mina requería una fuerte inversión y se abandonan los trabajos. No se tienen nuevos datos de explotación de la zona hasta 1649, cuando se demarca una mina en este paraje sobre pozos antiguos llenos de agua. No sabemos cuales fueron los trabajos ni su duración.

En 1659 aparece en escena "un Indio" (más bien Indiano) que empieza a trabajar una de estas minas y a construir un molino, este personaje fallece sin acabar su obra. Es posible que esta historia inspirara el nombre de la concesión Indiana (siglo XIX), una de las más importantes que han trabajado el yacimiento. Es a partir de ese momen-

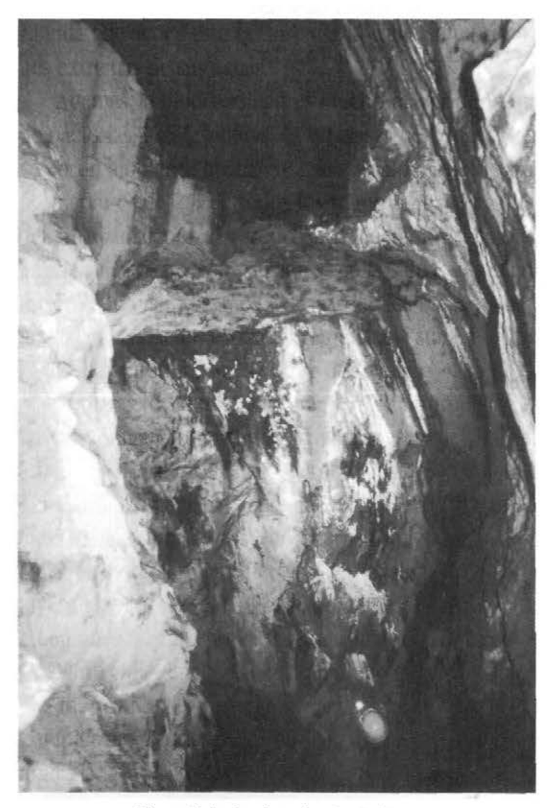


Figura 5. Anchurón en la mina Indiana.
Probablemente trabajos del siglo XVIII "rapiñados" en el XIX.

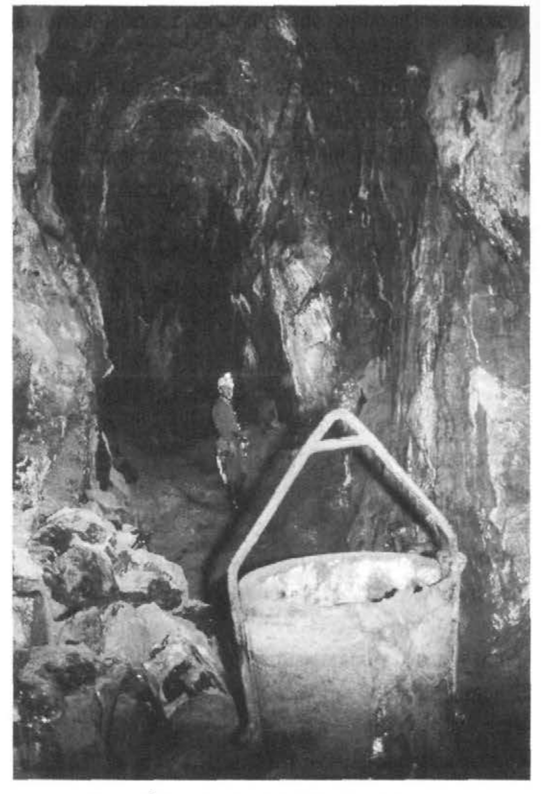


Figura 6. Pozo interior de la "Mina Grande" en uno
de cuyos primitivos embarques encontramos este "canasto" minero.

to cuando se afianza el topónimo de la Cuesta de la Plata, para la zona de las labores. Desde mediados del siglo XIX ya no son varias minas las que son trabajadas sino que las dos concesiones principales se integran en una sola mina y las otras dos que existían desaparecen sepultadas por las escombreras.

La mina será de esta forma, trabajada por la Sociedad La Madrileña hasta 1867. Existieron además dos fundiciones, una a pie de mina activa hasta finales del siglo XIX (y cuyos vestigios todavía se pueden estudiar) y otra en la calle de "La Fundición" de Bustarviejo, operativa principalmente en el siglo XVIII (y desaparecida por diversas obras antes de 1940).

A partir de 1867 ya no se beneficiará la plata sino que habrá campañas para poner en marcha la explotación del arsénico a finales de la centuria.

AÑO	EVENTOS Y COMPAÑÍAS EXPLOTADORAS
1417	Juan Sánchez y Fernando Robledo descubren la mineralización
1625	Se redescubre la mineralización
1649	Se demarca una mina sobre "pozos antiguos llenos de agua"
1659-1660	Un "Indio" o emigrado de América trabaja la mina y empieza a construir el molino
1679	Lorenzo de Santarén investiga en las minas de plata con carta blanca del rey Carlos II
1683-1692	Se trabaja intensamente en varias minas diferentes colindantes
1685 y 1686	Citadas expresamente tres minas, la de lo alto, la de Madera y la de Portero Garcés
1686	Se adjudica una de las minas a un tal Aranda
1692	Se preserva a Aranda del pago de impuestos (quintos)
1698	Un maestro platero, Luis Romero se hace cargo de los ensayos de plata
1701-1705	Aranda trabaja el socavón de desagüe (en 1705 aún prosigue)
1703-1705	Se extrae y funde plata
1718	Aranda abandona la mina
1722	El doctor Millan Velilla, médico de Miraflores se hace cargo de la mina (o las minas)
1725	Ventura de Capua y Areni fundan la "compañía" y pasan a trabajar en las minas de plata
1726	Nuevos ensayos y fundiciones. Juicio y cárcel para Areni
1727	Nuevas fundiciones de plata
1740	La mina figura abandonada
1774 ó 1776	El párroco y varias autoridades de Bustarviejo investigan en las minas abandonadas
1844	Se demarca la mina Felicidad. Varios análisis enviados a la Escuela de Minas
1852-1855	Mina Indiana de la Sociedad La Madrileña que trabaja la parte más importante 2 pozos
1863-1867	Nuevos trabajos a mayor escala en la mina Indiana
1867-1872	Se demarca como mina Emilia. Fundición de plata
1873	Se abandona la mina y la fundición de plata
1889-1890	Se construye la planta para arsénico y se sanean algunas galerías. Mina San Miguel
1928	Ormaza investiga las minas. Los socavones y pozos están impracticables. Fundición a pie de mina en perfecto estado
1971	Se demarca la mina con el nombre de Santa Mónica
1977-78	Nuevas infraestructuras y saneamiento de galerías y pozos. Campaña de exploración

TRABAJOS MINEROS EN EL SIGLO XX

En 1928 el ilustre ingeniero de minas Joaquín Menéndez Ormaza publica uno de los trabajos más amplios que se han hecho sobre la mina, y que fue pionero en ciertos aspectos del estudio geológico en el yacimiento (Boletín Oficial de Minas y Metalurgia: "Estudio de criaderos metalíferos en las cercanías de Bustarviejo. Madrid").

Este informe es importante desde el punto de vista histórico pues nos brinda la imagen que tenía la explotación en aquellos tiempos, casi 30 años después de haber sido abandonada. Muchos de los elementos que cita han desaparecido ya.

El socavón se encontraba hundido. En cuanto al estudio de la plata este autor no revela cual es el mineral portador del preciado elemento sino que únicamente describe el contenido. Apunta que la plata estará contenida en sulfoantimoniuros y sulfoarseniuros, punto que como veremos no es correcto.

Parece sin embargo que hay un período de total inactividad en la zona, incluso de tipo investigador hasta la década de los años 1970. En los primeros años se produce un tímido intento de exploración, con saneamiento de labores y la instalación de algunos equipos de trituración junto al socavón, así como un malacate y un torno, supuestamente eléctrico en el pozo superior. Resulta muy interesante para comparar con las observaciones actuales, por ejemplo lo que ORMAZA (1928) describe en su minucioso trabajo de campo:

"La primera edificación que se alcanza consiste en una torre cilíndrica en donde quedan todavía restos de las ruedas de molino que indican la utilización para la molienda en el edificio que, si bien no ha sido derruido, no tiene techado".

En cuanto a los vestigios mineros cita lo siguiente:

"En el fondo del barranco se señala el socavón hundido a que hacen alusión los datos antes mencionados (se refiere sin duda a la bocamina principal o galería de arrastre), y en lo alto, a Levante, se señalan variedad de trabajos superficiales, que por lo hundidos no pueden precisarse bien, salvo los tres pozos marcados en el croquis (Figura) número 2, que deben referirse a los que los datos históricos se han señalado como de más profundidad".

No volvemos a encontrar referencias a estas legendarias minas hasta la década de 1970. La mina se registra como Santa Mónica en 1972, nombre con el que se la conoce desde entonces. En 1977 y 1978 se acometen trabajos de investigación, que describimos bajo estas líneas. La información de primera mano la tenemos gracias a Santiago Collado "El Asturiano" que vino a trabajar en la mina en agosto de 1977 y tras terminar los trabajos se afinca en Bustarviejo. Vinieron cuatro personas desde Asturias a trabajar en la mina, además de albañiles que trabajaron de manera esporádica, en la construcción de un estanque en ladrillo en la parte alta de la mina y las dos casetas de ladrillo en ruinas. Se empieza a trabajar en agosto de 1977; en primer lugar se contrata a una pala de Miraflores que arregla el camino, tal y como lo conocemos hoy, además de destaponar la bocamina o socavón principal. Se trabajó en la mina hasta final de año de 1977 y algunos días de 1978, en que la empresa dejó de pagarles.

En el pozo superior se construye un arco de hormigón (no recuerda ese trípode de madera del que habla Paco Cobertera) y el torno. Descienden por él, que comunica con la galería grande de arrastre, comunicación que existía entonces al igual que hoy. Desde la bocamina de la galería de arrastre empiezan a restaurar raíles pero no tienden nuevo. Luego todos los raíles que se han descubierto en las campañas de topografía e inventario, son antiguos. Son suyos pues los maderos para sujetar los raíles a los hastiales así como la pasarela junto al pozo con agua. Se accede a la zona que ellos llamaban de las bóvedas. Nosotros la zona de la espiral. Por ahí ellos acceden hasta la sala del pozo intermedio y ascienden por escalas. Los entibados de la zona baja son suyos donde renuevan el entibado viejo, pero todos el resto de maderos son más antiguos. No realizan ni un solo barreno ni trabajos de extracción de mineral propiamente dicha. Sólo pican en algunas zonas donde les indica el técnico. La zona del derrumbe de la galería de arrastre estaba perfectamente practicable cuando ellos trabajaban. Hubo un gran desprendimiento por hundimiento del entibado pero afortunadamente ningún minero se encontraba en ese momento trabajando. Después lo sanearon.

En 1977 Josefina Samper publica un *"Estudio metalogénico y evolución de la minería en la Mina Mónica de Bustarviejo"* en la revista geológica Tecniterrae. Es el primer estudio moderno sobre las mineralizaciones de la zona, aunque paradójicamente ya no reúnen las condiciones para explotarse. En cuanto al estado de la mina nos interesa una de las observaciones:

"Desde 1972 se la conoce como Mina Mónica. De las antiguas instalaciones de la mina sólo perduran en la actualidad dos pozos, con tres plantas. Las galerías principales llevan una dirección E-O, las demás suelen tener forma radial debido posiblemente a la irregularidad de los filoncillos que tienen una potencia aproximada de unos 15 cm cada uno."

Finaliza su artículo con una observación:"Hoy en día esta mina se halla en vías de una nueva puesta en explotación, intentando aprovechar no sólo plomo y plata sino también el cobre". Es pues más que probable que aprovechasen la existencia de los trabajos preparatorios antes descritos para recorrer la mina y tomar las muestras de su estudio. Ya no aparecen más trabajos de envergadura en la zona si bien prosiguen las campañas de exploración en este paraje que desde hace 500 años suscita el interés de quien pasa por allí.

Las siguientes exploraciones de la mina, a una escala ya mucho menor son llevadas a cabo por Juan Manuel Ramos pocero de Bustarviejo. Tres veces ha entrado en la mina en pequeñas campañas de un día para preparar trabajos a terceros. La mina de Bustarviejo es la única que ha explorado en su vida profesional. En la década de los ochenta próximo a caducar la concesión minera se realizan una serie de trabajos de exploración geofísica mediante técnicas geoeléctricas. En ellas participan algunos muchachos del pueblo como ayudantes.

BIBLIOGRAFÍA

- **Anónimo (2004):** "La mina de plata de Bustarviejo. Centro de interpretación Geológico y Minero de Bustarviejo", tríptico Ed. Ayuntamiento de Bustarviejo y Dirección General de Industria, Energía y Minas, Comunidad de Madrid.
- **Bona, (de) F.J. (1868):** Anuario Administrativo y Estadístico de la Provincia de Madrid, para el año de 1868. Ecma. Diputación Provincial, Ed. Oficina Tipográfica del Hospicio, Madrid, Reedición facsímil, Consejería de Hacienda, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, en 1995, pp 726 y 460-463 mineria.
- **Calderón, S. (1910):** "Los Minerales de España". Pub: Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Madrid, 2 vol.
- **González del Tanago Chanrai, J. y González del Tanago del Río, J. (2002):** Minerales y minas de Madrid. Comunidad de Madrid, Consejería Medio Ambiente. Ed, Mundi-Prensa, Madrid, 271 pp.
- **Larruga, E. (1787):** "Memorias Políticas y Económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España". Tomos 1, 11, 12, 13, 14 Madrid: Imprenta de Benito Cano.
- **Puche, O., García, I. y Mazadiego, L.F. (2000):** El Patrimonio Minero de la mina del Cerro de la Plata de Bustarviejo (Madrid). III Reunión Científica de la SEDPGYM. Patrimonio Minero-Metalúrgico, 13-15 Noviembre 1998. La Rábida (Huelva), 15pp. Publicado en: Actuaciones sobre Patrimonio Minero-Metalúrgico. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- **Vindel, E. (1982):** Estudio mineralógico y metalogenético de las mineralizaciones de la Sª de Guadarrama (Sistema Central Español). Bol. Geol. y Minero, Tomos 93-1 (Parte I) y 93-2 (Parte II), pp 33-58 y 22-47.

El beneficio de los minerales de Riotinto durante el período de los asentistas (1725-1783)

Miguel Ortiz Mateo
Universidad de Huelva.
miguel.ortiz.mateo@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Paralizadas las minas en el año 425 en época del emperador Honorio, siguen XIII siglos de inactividad hasta que son rehabilitadas por el sueco WOLTERS en 1725, aunque no es hasta 1747 cuando su sobrino TIQUET las pone en verdadera actividad, para lo que fue necesario traer mineros y metalúrgicos de la mina de Shala (Suecia), implantando el método de explotación de "huecos y pilares", y la vía seca para la obtención del cobre pero quien realmente las sitúa a un nivel industrial fue el español FRANCISCO T. SANZ que las administró de 1758 a 1783.

Palabras clave: metalurgia del cobre, Río Tinto, Riotinto, SANZ, TIQUET, vía seca, WOLTERS.

ABSTRACT

The works on the mines have been stopped in the year 425 a.C. during the epoque of the HONORIO'S emperor, and after that there was thirteen centuries without mining activities, whoever these mining operations newly continued towards the year 1725 by a swede named WOLTERS, but it didn't take a real activity and importance until that its nephew, named TIQUET, impulsed it to obtain a good level of development, being necessary to bring reforcement with new employes, miners and metallurgist, from the swedish Shala mines, taking form a new mining method called "rooms and pillars", and a dry metallurgical method obtain copper, later, between the years 1758 and 1783, the spanish FRANCISCO T. SANZ was its a administrator, to reach the best industrial moment until then.

Key words: *copper's metallurgy, dry method, Rio Tinto, Riotinto, SANZ, smelting, TIQUET, WOLTERS.*

ENCLAVE GEOLÓGICO

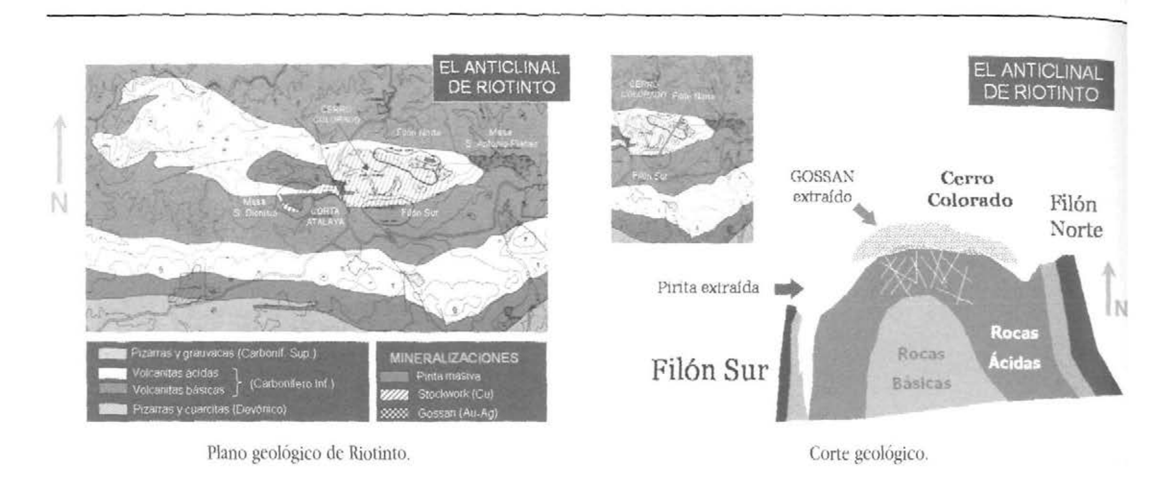
El yacimiento minero de Riotinto, abarca una superficie aproximada de 5 km^2, habiendo sido uno de los depósitos de sulfuros masivos más grandes del mundo.

LA MINERÍA

WOLTERS: 1725 a 1727
- Realiza labores de limpieza y preparación de galerías romanas.

TIQUET: 1727 a 1758
- Implanta el método de explotación por huecos y pilares que ya no se abandona.

FCO. SANZ: 1758 a 1783
- Realiza una minería de "rapiña" siguiendo las vetas de mineral más ricas.



Plano geológico de Riotinto.

Corte geológico.

METALURGIA

WOLTERS: 1725 a 1727

- Obtención de Cobre por cementación natural y caparrosa por posterior desecación de las aguas.

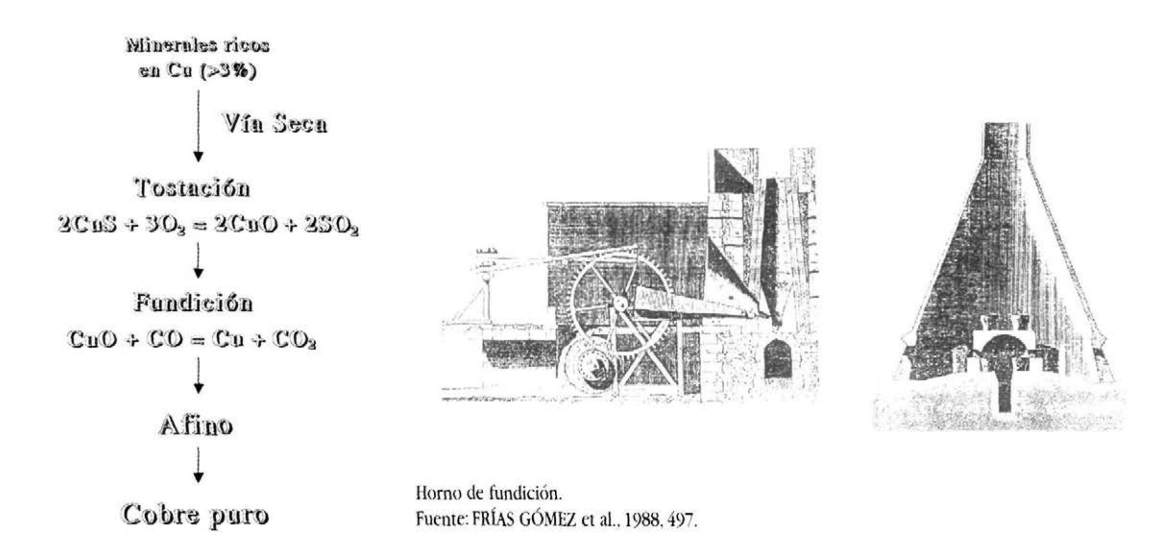
TIQUET: 1727 a 1758

- En 1747 consigue poner a punto la vía seca.
- Continuó con la obtención de Cobre por cementación natural que después abandona por el precio del hierro.

FCO. SANZ: 1758 a 1783

- Consolida el sistema de beneficio por vía seca.
- Consigue el "secreto" del refino de los hermanos alemanes PERINGER.

PROCESOS METALÚRGICOS DE RIOTINTO DESDE LA REHABILITACIÓN DE LAS MINAS



Horno de fundición.
Fuente: FRÍAS GÓMEZ et al., 1988, 497.

FUNDICIÓN

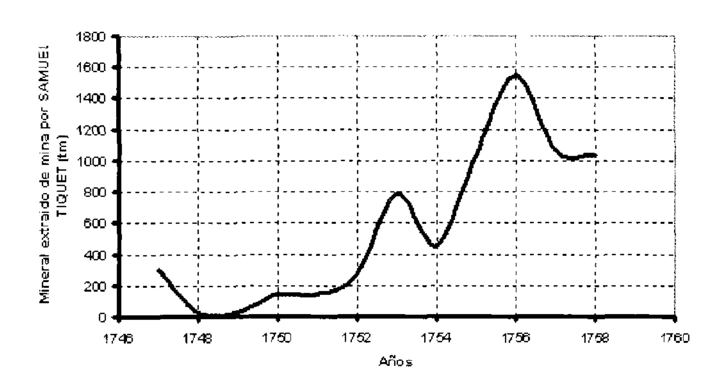
Ventajas: - Alto rendimiento metalúrgico (85%).

Inconvenientes:
- Requiere mineral de alta ley.
- Elevado consumo de madera.
- Emisiones de SO_2.
- Cobre relativamente impuro.

RECUPERACIÓN DE COBRE POR FUNDICIÓN Y MINERAL EXTRAÍDO DE MINA DURANTE EL REAL ASIENTO DE SAMUEL TIQUET (1727-1758)

Años	kg. de cobre roseta producido por fundición	kg. de cobre roseta teórico recuperable	kg. de mineral extraído
1727-1736	Sin datos	-	-
1737	300	349	13.158
1738-1741	Sin datos	-	-
1742	300	349	13.158
1743-1746	Sin datos		-
1747	6.924	8.048	303.689
1748	663	771	29.079
1749	622	723	27.281
1750	3.256	3.784	142.809
1751	3.270	3.801	143.423
1752	6.170	7.171	270.619
1753	17.955	20.869	787.513
1754	10.410	12.100	456.587
1755	23.870	27.744	1.046.947
1756	35.270	40.994	1.546.956
1757	24.255	28.192	1.063.833
1758	23.595	27.424	1.034.886
Totales	156.860	182.319	6.879.938

Cobre no recuperado por SAMUEL TIQUET 25.459 kilogramos.
Fuente: RUA FIGUEROA, 1859, 312.
* al 11/9/1758.

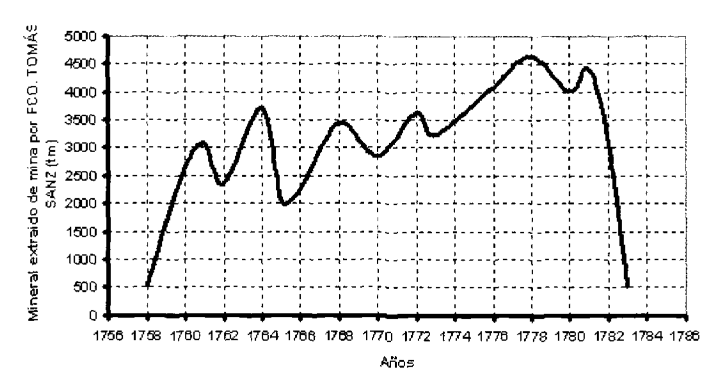


Producción de mineral del periodo 1747-1758. (Real Asiento de SAMUEL TIQUET).

RECUPERACIÓN DE COBRE POR FUNDICIÓN Y MINERAL EXTRAÍDO DE MINA POR FCO. TOMÁS SANZ (1758-1783)

Años	kg. de cobre roseta producido por fundición	kg. de cobre roseta teórico recuperable	kg. de mineral extraído de mina
1758*	11.619	13.505	509.614
1759	36.591	42.530	1.604.895
1760	60.630	70.470	2.659.255
1761	70.300	81.710	3.083.385
1762	53.841	62.579	2.361.487
1763	84.724	98.475	3.716.027
1764	65.337	75.941	2.865.705
1765	46.726	54.310	2.049.420
1766	51.851	60.266	2.274.204
1767	62.042	72.111	2.721.186
1768	78.593	91.349	3.447.119
1769	64.153	74.565	2.813.775
1770	65.159	75.734	2.857.898
1771	76.776	89.237	3.367.424
1772	82.930	96.390	3.637.341
1773	73.935	85.935	3.242.817
1774	79.605	92.525	3.491.505
1775	92.246	107.218	4.045.944
1776	93.166	108.287	4.086.296
1777	108.119	125.667	4.742.140
1778	105.901	123.089	4.644.858
1779	81.734	94.999	4.033.358***
1780	92.822	107.887	4.009.597***
1781	91.539	106.396	4.418.541***
1782	76.400	88.800	3.100.249***
1783**	13.736	2.15.965	524.672***
Totales	1.820.475	2.115.940	80.308.712

Cobre no recuperado por FCO.TOMÁS SANZ: 295.465 kilogramos.
Fuente: RUA FIGUEROA, 1859, 312.
* Desde 11/9/1758 al 31/12/1758. / ** Al 31/1/1783. / *** Valores reales dados por el Contador-Interventor Sr. Cianca.



Mineral extraído de mina por FRANCISCO TOMÁS SANZ (1758-1783).

CONCLUSIONES

- A TIQUET hay que reconocerle su perseverancia a llevar a cabo un proyecto que inició su tío WOLTERS, pese a

las dificultades de todo tipo que encontró en su camino, resolvió los problemas de hallar y extraer de la mina el mineral de ley suficiente para dar resultados por fundición y de poner a punto la cementación natural, para lo que trajo metalúrgicos de la mina de Shala (Suecia).

- La etapa de Sanz se caracterizó por la regularidad de las producciones de mineral y cobre roseta, lo que significa que se había conseguido poner a punto el beneficio metalúrgico, pudiéndose denominar a la misma como de la consolidación.
- La creación innegable de SANZ y mérito por todos reconocido fue la repoblación de los bosques, previendo la futura paralización de las minas por la falta de madera para la entibación y los procesos metalúrgicos.
- Pese a las labores de rapiña practicadas por SANZ, que dejó las minas en un estado ruinoso por la falta de planificación y de seguridad de las explotaciones debida a la no coincidencia entre huecos y pilares de unos pisos con otros, fue él quien puso el establecimiento a un verdadero nivel industrial, entregando el establecimiento a la Hacienda Pública, una vez finalizado el asiento, con una producción anual de más de 260.000 arrobas de minerales y 6.600 aproximadamente de cobre fino y un personal adiestrado en las penosas faenas de la minería y metalurgia, habiendo conseguido cancelar la deuda contraída por TIQUET y repartir beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- **Aldana, L. (1875):** *Las minas de Río-Tinto en el transcurso de siglo y medio.* Madrid.
- **Alonso Barba, A. (1640):** *Arte de los metales.* Madrid.
- **Flores Caballero, M. (1983):** *La rehabilitación borbónica de las minas de Riotinto.* Huelva.
- **Frías y Sánchez (1988):** "El proceso productivo anterior a la colonización inglesa". *I Congreso Nacional de la Cuenca Minera de Riotinto.* Riotinto (Huelva).
- **Gómez de Salazar, I. (1870):** "RÍO-TINTO". *Revista Minera, Tomo XXI.* Madrid.
- **Gonzalo Tarín, J. (1888):** *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva.* Madrid.
- **Madoz, P. (1847):** *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar.* Madrid.
- **Nash, William Giles (1904):** *The Río Tinto mine, its history and romance.* London.
- **Rhea, E.L. (1957):** *Metalurgia.* Barcelona-Madrid.
- **Rúa Figueroa, R. (1859):** *Ensayo sobre la historia de las minas de Río Tinto.* Madrid.

El beneficio de los minerales de Riotinto por la Real Hacienda en su primera etapa

M. Ortiz Mateo
Universidad de Huelva.
miguel.ortiz.mateo@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Rehabilitadas las minas en 1725 por el sueco WOLTERS, son explotadas en régimen de alquiler por éste, su sobrino TIQUET y el español SANZ hasta el año 1783 en que se hace cargo de ellas la Real Hacienda, período en el que se distinguen dos etapas, una brillante y productiva hasta 1797 y otra de decadencia y abandono hasta 1829 en que son de nuevo alquiladas, estando paralizadas desde 1810 a 1824. En general las propuestas de mejoras formuladas por los ingenieros de minas, durante este período, no fueron aprobadas por el Estado por lo que se perdieron cuantiosos beneficios.

También se describen los procesos metalúrgicos empleados en Riotinto desde 1783 a 1829, así como las mejoras propuestas por los ingenieros.

Palabras clave: fundición, metalurgia del cobre, Minas de Riotinto, Real Hacienda, Río Tinto, Riotinto, vía seca.

ABSTRACT

As soon as the mines have been rehabilitated by the swedish WOLTERS in the year 1725, those were exploited with a contract of renting signed for this business man, and later it was continued for his nephew TIQUET and the spanish partner SANZ until the year 1783, being the moment when the Royal Department of the Treasury took them under control. After that, started a period of time distinguishing two phases, the first, at the beginning very important and productive until the year 1797 and the second going down and abandoned until the year 1829 because of the mines have been closed down from the year 1810 to 1824, however, newly these were rent in the year 1829. In general, the purpose that the mining engineers gave to increase the quality performance and standards it didn't authorized by the Official Mining Government Department, given as final result the lose of high profits for that period of time.

Also it has been described the metallurgist process that were used in Riotinto from 1783 to 1829 and also the purposes that the engineers had given to improve the systems of production.

Key words: *copper's metallurgy, dry method, Mines of Riotinto, Riotinto, Rio Tinto, Royal Department of Treasury, smelting.*

LA MINERÍA

1ª ETAPA DEL ESTADO: 1783 A 1829

- Se continúa con el método establecido por TIQUET de "huecos y pilares".
- Se realizan por 1ª vez en 1788 planos de la mina.
- En 1810 se paralizan las labores, que no vuelven a reanudarse hasta 1824.
- En 1823 propone ELHUYAR el método de laboreo "a través".



Figura 1. Fausto de Elhuyar.

LA METALURGIA

1ª ETAPA DEL ESTADO: 1783 A 1829

- Se continúa con la vía seca establecida por TIQUET en 1747, con obtención de cobre negro y posterior afino.
- Se reestablece en 1788 la cementación natural.
- En 1823, ELHUYAR propone la fundición por matas.

CONCLUSIONES

- Se caracterizó este período por el abandono a partir del año 1797 de las minas a su suerte, debido al cierre de la fábrica de cañones de Sevilla y la posterior guerra de la Independencia, obligando la falta de recursos a parar la explotación y la carencia de hierro hizo que incluso hubiese años sin ninguna producción de cobre.

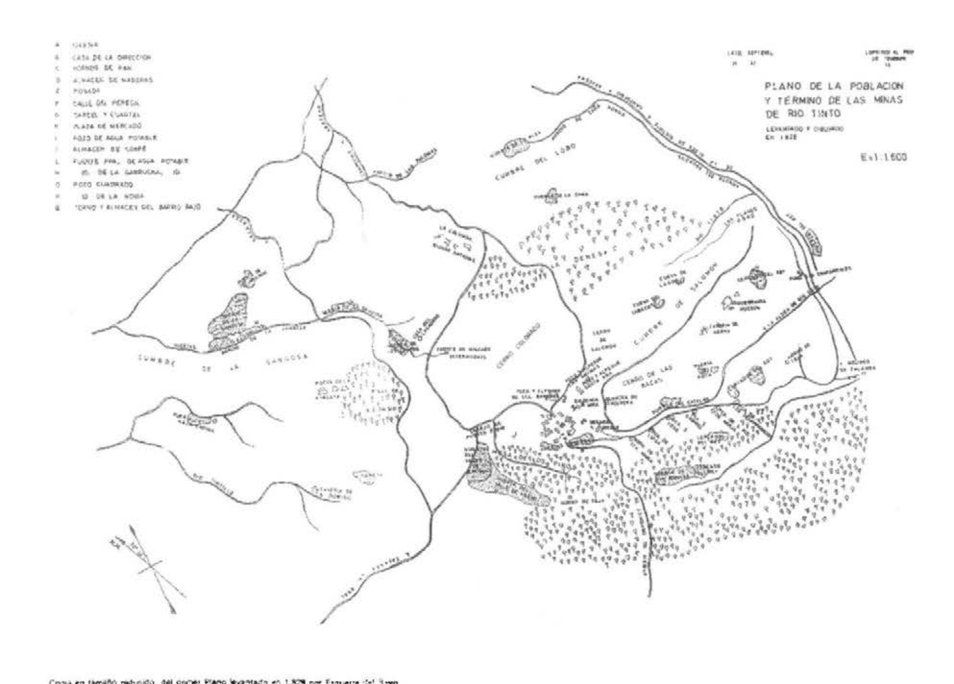


Figura 2. Plano topográfico levantado en 1828. Según EZQUERRA DEL BAYO, 1852.

Figura 3. Plano con la situación de los pozos y socavón superior o entrada de los romanos dedicada a la cementación natural. Según EZQUERRA DEL BAYO, 1852, 31.

- Las mejoras propuestas por los ingenieros, casi nunca llegaban a realizarse, como la instalación de un malacate movido por bestias que no llegó a instalarse hasta 1854, la sustitución de los barcales por carritos de madera conducidos sobre carriles de madera o el cambio del método de explotación.
- La penuria económica hacía que las minas no fueran rentables y supusieran una carga para el Erario Público, lo que llevó a su alquiler al marqués de REMISA.

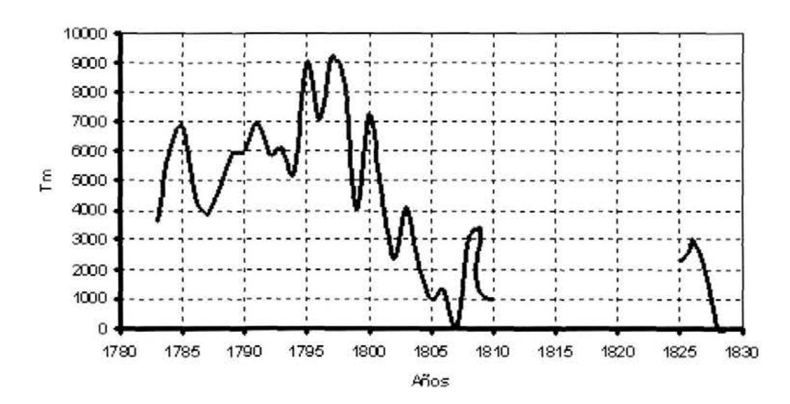


Figura 4. Mineral extraído de mina por el Estado (1783-1829). Desde 1811 a 1824 no hubo producción.

RECUPERACIÓN DE COBRE POR FUNDICIÓN Y MINERAL EXTRAÍDO DE MINA DURANTE LA ADMINISTRACIÓN POR EL ESTADO (1783-1829)

años	**kg. de cobre producido por fundición**	**kg. de cobre roseta teórico recuperable**	**kg. de mineral extraído de mina**
1783	83.095	96.581	3.644.578
1784	136.264	158.380	5.976.590
1785	155.954	181.265	6.840.201
1786	105.680	122.832	4.635.165
1787	88.237	102.558	3.870.108
1788	108.441	126.041	4.756.263
1789	132.591	154.111	5.815.491
1790	137.317	159.604	6.022.775
1791	158.866	184.650	6.967.923
1792	131.501	152.650	5.767.683
1793	141.100	164.001	6.188.699
1794	120.327	139.856	5.277.588
1795	205.315	238.638	9.005.193
1796	161.518	187.732	7.084.240
1797	209.981	244.061	9.209.846
1798	193.142	224.489	8.471.281
1799	92.376	107.369	4.051.646
1800	165.211	192.025	7.246.217
1801	105.991	123.193	4.648.805
1802	53.625	62.328	2.352.013
1803	93.574	108.761	4.104.191
1804	48.331	56.175	2.119.816
1805	22.584	26.249	990.543
1806	32.643	37.941	1.431.734
1807	4.854	5.642	212.898
1808	69.228	80.464	3.036.366
1809	76.583	89.012	3.358.959
1810	21.950	25.512	962.735
1811-1824	Sin producción (sólo cobre de cementación)		
1825	52.545	61.073	2.304.644
1826	68.591	80.142	3.024.217
1827	44.107	51.266	1.934.550
1828	470	546	20.614
1829*	204	237	8.948
Totales	3.222.556	3.745.578	141.342.520

*Hasta el 1 de Abril.

Tabla 1. Cobre no recuperado por el Estado: 523.022 kg. Fuentes: RUA FIGUEROA, 1859, 314. GONZALO TARÍN, 1888, T. II, 282. Desde 1/2/1783.

BIBLIOGRAFÍA

- **Aldana, L. (1875):** *Las minas de Río-Tinto en el transcurso de siglo y medio.* Madrid.
- **Carvajal, D.J. y Carvajal, J.M. (2000):** "Evolución histórica de los malacates mineros de la faja pirítica onubense". *III Sesión Científica de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero.* Huelva.

- **Ezquerra del Bayo (1841):** "Estadística de Río Tinto". *Anales de Minas, Tomo II*. Madrid.
- **(1852):** Memoria sobre las minas nacionales de Río-Tinto, presentadas al Gobierno de S. M. Madrid.
- **(1859):** "Recopilación de las publicaciones sobre las minas de Río-Tinto". *Revista Minera, Tomo X*. Madrid.
- **Flores Caballero, M. (1983 b):** *Riotinto: La fiebre minera del XIX*. Huelva.
- **Gonzalo Tarín, J. (1888):** *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*. Madrid.
- **Rúa Figueroa, R. (1859):** *Ensayo sobre la historia de las minas de Río-Tinto*. Madrid.
- **(1868):** *Minas de Río-Tinto. Estudios sobre la explotación y el beneficio de sus minerales*. Coruña.

Un caso singular de patrimonio histórico minero-metalúrgico: La fábrica de armas de Orbaiceta, Navarra, España (1784-1873)

O. Puche Riart y J.A. Espí Rodríguez
E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
opuchue@dinge.upm.es - espi@dinge.upm.es

RESUMEN

La fábrica de armas de Orbaiceta supone una importante inversión para el erario público, instalándose, en 1783, en un lugar adecuado desde el punto de vista de aprovisionamiento de materias primas y disponibilidad de energía, tal y como señala ARNAIZ (1850): "por la riqueza de sus minerales, por la abundancia de las aguas del país, por la extensión de sus montes y por el carácter trabajador y constitución robusta de sus habitantes". Sin embargo su ubicación en las cercanías de la frontera francesa trajo numerosos problemas, siendo arrasada en varias ocasiones. Otra dificultad añadida fue el mal acceso y las dificultades de transporte, que se fueron subsanando con el tiempo, así como su lejanía a puerto. En esta comunicación pasamos revista a la historia, características técnicas y valores patrimoniales de esta factoría minero-siderúrgica.

Palabras clave: España, Minería, Navarra, patrimonio, siderurgia, siglos XVIII-XIX.

ABSTRACT

The Orbaiceta arms factory was an important investment for the public State Treasury. It was constructed in 1783 in a very suitable site for supplying raw materials and energy, as it indicates ARNAIZ (1850): "by the minerals quality, by the abundance of waters, by the extension of its mountains and the working character and robust constitution of its inhabitants". Nevertheless, its location near of the French border it produced numerous problems, being devastated in several occasions. Other added difficulty was the bad access and the transport difficulties, wich were correcting with the time, as well as its distance to the port. In this paper it is reviewed the history, technical characteristics and heritage values of these mining and metallurgical factories.

Key words: *XVIII-XIX centuries, heritage, iron industry, Mining, Navarre, Spain.*

ANTECEDENTES

CARLOS III con su política de industrialización del país pondrá en marcha dos Reales Fábricas de Municiones de Hierro en Navarra, se trata de las fundiciones de Eugui (1766) y Orbaiceta (1784) (Figs. 1 y 2).

En Eugui existía una ferrería hidráulica desde inicios del siglo XV, siendo adquirida por la Corona en 1536 (en documentos posteriores se habla de la Herrería Real). Junto a la ferrería se instalaron también dos hornos de fundición. Parece ser que los costos de producción, según diversos documentos de los siglos XVI y XVII, eran muy elevados, lo que llevó a un funcionamiento intermitente de la fábrica. En 1720 con motivo de la Guerra de Secesión se inutilizaron los hornos, siendo recuperados poco más tarde. En 1766 y años precedentes, ya en el reinado de CARLOS III, se construyó una nueva y moderna fábrica (hornos, refinería, taller de moldeo, carpintería, carboneras, etc.), según diseño del Conde de ROSTAING, Comandante de Artillería de origen francés. Las obras fueron dirigidas por el comandante FRANCISCO JAVIER DE CLAIRAC y el teniente DOMINGO ESQUIAQUI. (RABANAL YUS, 1987).

Señala MADOZ (1949) que: "Por haberse agotado los combustibles en los montes de la antigua fab. de Eugui,



Figura 1. Fábrica de Orbaiceta. Pasadizo lateral sobre el río.



Figura 2. Población actual de Orbaiceta.

compró el rey en 1784 una ferr. que tenían los señores condes de Hornano y vizconde de Echanz (se trata de los franceses conde Ornano y vizconde Ochauz), donde hoy existe la fábrica de municiones. Sabido esto por el valle de Aezcoa, hizo una exposición a S.M. manifestando los deseos que tenía de hacerle la concesión de los montes que disfrutaba, bajo la condición de eximirle del canon y pensión anual de 204 florines, de a 2 $^{1}/_{2}$ reales cada uno, de los cuales 104 percibía la casa de Roncesvalles, y los 100 restantes la Hacienda; dejándole sin embargo el goce de los pastos y aguas para sus ganados. El rey aceptó y en virtud de la escritura de cesión se haya en el día la nación poseyendo los montes" (Fig. 3).

¿Por que se eligió este lugar? (Fig. 4). La respuesta pudo ser: Existían importantes caudales de agua (aportados por el río Legarza) (Fig. 5) para mover la maquinaria hidráulica y transportar la madera desde cotas topográficas superiores; abundante leña (al Norte se desarrolla la Selva de Irati, con 12.000 hectáreas de bosque de hayas, abetos, robles y otras especies arbóreas) para producir el carbón vegetal consumido en los hornos (Figs. 6 y 7), así como para vigas, modelos y otros menesteres; mineral de hierro, con yacimientos en zonas próximas, tal es el caso Valcarlos y San Juan de Pie de Puerto (ahora Saint Jean de Pie du Port), los propios de Eugui (Beodrín y Legarchulo), así como los existentes en la misma Orbaiceta (tal es el caso de la mina de San Blas, entre otras); piedra refractaria para construir hornos; caleras para obtener cal hidráulica y castina o fundente; piedra de construcción y pizarras de techar; etc. También existía una tradición ferrona en el lugar, con ferrería desde 1432 (RABANAL YUS, 1987).

CONSTRUCCIÓN DE LA FERRERÍA

En 1781, el Comandante General del Cuerpo de Artillería, Conde de LACY, propone la agregación a la Corona de



Figura 3. Alrededores actuales de la Fábrica.

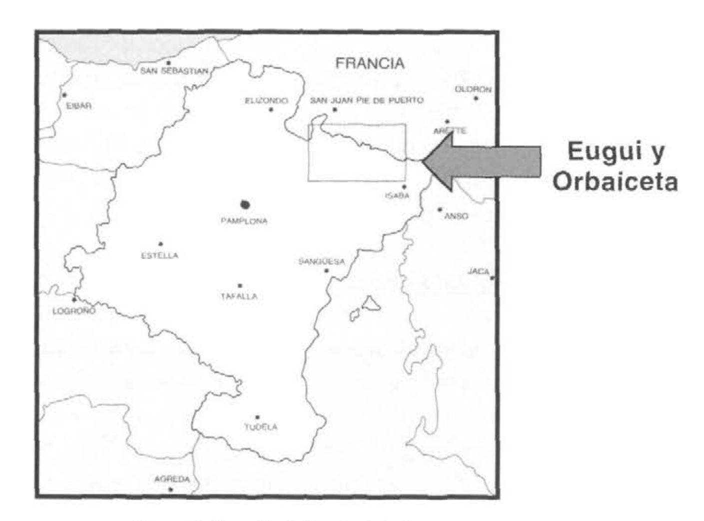


Figura 4. Situación de Eugui y Orbaiceta.

la factoría de Orbaiceta, que por entonces suministraba munición al ejercito, pero a muy elevado costo. En febrero de 1784 la Corona adquiere la fábrica y los montes, aunque las obras no se iniciaron hasta 1786. Se calculaba que el costo del montaje de la fábrica, con sus dos hornos, edificios de diverso uso, caminos, presa, canales, etc., era de 32.000 pesos sencillos, aunque los gastos finales fueron muy superiores (RABANAL YUS, 1987).



Figura 5. Canalización del río Legarza. El agua, una de las razones de la elección de la situación de la Fábrica.

Como el hierro de las menas existentes no era el adecuado (abundaban minerales buenos para producir hierro dulce=hierro libre de impurezas que se trabaja con facilidad en la fragua, por su maleabilidad, pero para las municiones se necesitaban menas que generasen hierro agrio=frágil, quebradizo, para mezclar con los minerales anteriores). En las ferrerías antiguas se usaban menas silíceas, el mineral no llegaba a fundir y por martilleado (con el continuo vaivén del martinete) se separaba el metal de la escoria constituida por silicatos (hierro batido). Más tarde, con los hornos bajos se llegaría por fin a la fusión gracias a la mezcla de óxidos, hidróxidos y carbonatos, junto a la castina o fundente, en la proporción adecuada (hierro colado) y a un buen soplado. Por eso según V. DE A. (1845) envían al ingeniero de minas FAUSTO DE ELHUYAR, para que se una al mariscal de campo VENTURA CARO, encargado de demarcar los límites con el país vecino (y también resolver algunos de los problemas que planteaba Orbaiceta, tales como transporte, yacimientos, etc.) en busca de minerales adecuados (PUCHE, 2001). Leemos en los Extractos



Figura 6. La madera, otro elemento indispensable para una ferrería. Fotografía histórica del aprovechamiento del bosque del Irati.

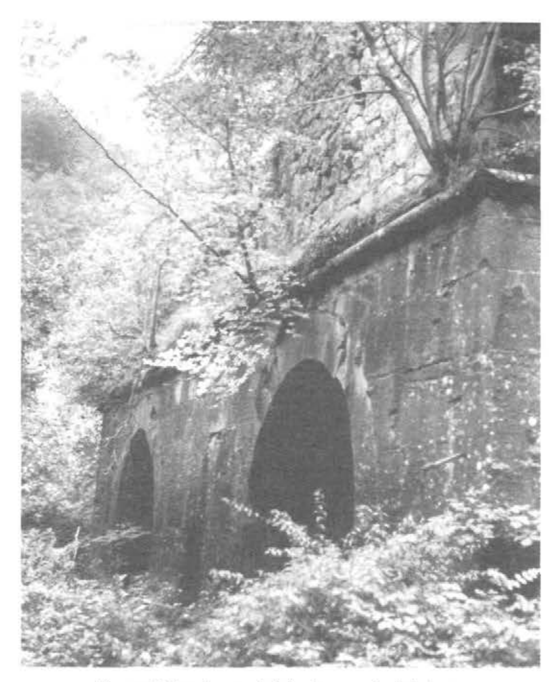


Figura 7. Estado actual de los hornos de Orbaiceta.

de las Juntas celebradas por la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País que en la Junta de 31 de julio de 1785 se leyó una carta del Profesor de Mineralogía del Seminario Patriótico de Vergara, FAUSTO DE ELHUYAR, escrita en Orbaiceta, en los Pirineos, donde éste: "pasó a reconocer las producciones mineralógicas que encierran aquellos montes". Curiosamente en dicho número de los Extractos hay otro artículo, de Mr. CHAUDEANSSUR, Inspector General de Minas de Francia, sobre las minas de cobre en Orbaiceta que eran de particulares (el trabajo hace referencia a la geología, minería y metalurgia). Todo parece indicar que Orbaiceta, en aquellas fechas, fue un lugar de interés científico y estratégico.

MADOZ, P. (1847) habla del laboreo de algunos minerales de hierro en Garralda: "que al parecer producen buenos resultados" (en este municipio hubo varias minas de hierro, tales como: Peñabelza, La Cima, La Rica, La

Nevada y Peña Górriz). También se explotaron otras minas siderosas en el Valle de Aézcoa/Aézkoa, como las de Garayoa/Garaioa (tal es el caso de la mina de Ntra. Sra. de Musquilda). Para ELÓSEGUI *et alii*. (1994): "En contra de lo que podía suponerse, la fábrica de Orbaiceta no dependía de las explotaciones mineras de la zona, pues el mineral de hierro procedía del exterior, sobre todo de Somorrostro y Galindo". Pero RABANAL YUS (1987) menciona y demuestra el consumo inicial y en años posteriores de minerales locales, procedentes de Arrullandieta (en algunos documentos se cita como: Arrollandieta, Arburuandieta, Arburnandieta, etc.). Con estas menas arrancaría el primer horno, en diciembre de 1788 (Fig. 8). MORALES (1849) menciona dos minas de hierro en Orbaiceta: Orozvetelu (óxido rojo=oligisto) y Arrullandieta (hierro espático=siderita). ARNAIZ (1850) añade a estas las labores de Changoa (goethita) y Lardierreca (siderita) y otros lugares estudiados pero no explotados. Es probable que en los últimos tiempos de Orbaiceta, cuando se saca hierro para las fábricas de Asturias (a partir de 1868) se aprovechasen los retornos para hacer acopio de mineral de Somorrostro, en Bilbao, y con ello cesase la producción local, en línea con lo dicho por ELÓSEGUI *et alii*. (1994).

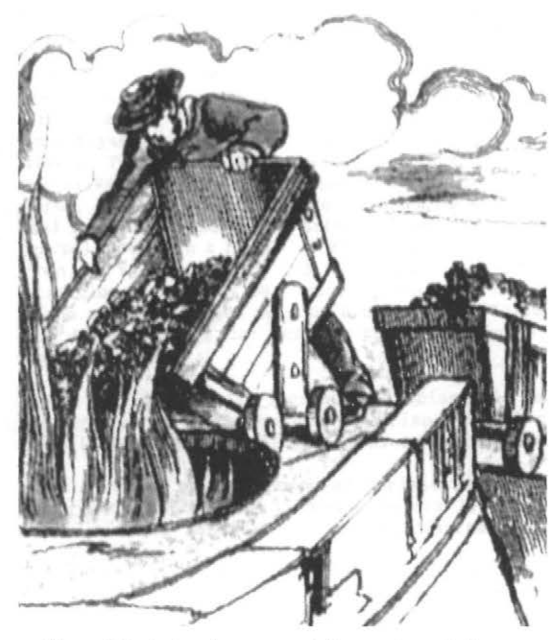


Figura 8. Grabado antiguo mostrando la carga de un alto horno.

Según MELCHOR y MIGUEL ANTONIO DE MARICHALAR (1789) la relacción de edificios, en aquellos tiempos, era la siguiente:

1º) dos hornos de fundición, con sus ruedas hidráulicas para accionar los fuelles y martinetes.
2º) presa de sillería y canal asociado para derivar el caudal a las ruedas hidráulicas.
3º) carbonera (con capacidad de 16.000 cargas de carbón) la cual se soportaba sobre ocho arcos de sillería.
4º) depósito de menas.
5º) taller de moldeo.
6º) dos almacenes para moldes.

7º) taller de refinería.
8º) oficina con un horno reducido para ensayar menas.
9º) almacenes de acopio de tierras y arenas (para moldeo y otros).
10º) taller de cerrajería (con dos fraguas dispuestas sobre un canal de sillería, donde se pensaba instalar una rueda hidráulica).
11º) oficina de limpia, selección y registro de municiones (con fragua).
12º) casas de operarios, guarnición, administración y servicios.
13º) casa de víveres, con dos hornos de pan.
14º) capilla.
15º) cuadras (para bueyes) y caballerizas, en construcción.
16º) algunas construcciones menores en las minas de Arrullandieta.
17º) etc.

Ese mismo año se pensó en instalar dos hornos más para producir munición con destino a América, para lo cual se habilitaría un camino hasta el Bidasoa, pensando en la salida de la producción hacia el puerto de Fuenterrabía (Guipúzcoa). Estos hornos fueron inaugurados en enero de 1794 (Fig. 9), acelerando su construcción con motivo de la guerra con Francia (RABANAL YUS, 1987). Según MADOZ (1849) la fábrica de municiones: "A poco de concluirse fue quemada por los franceses en la invasión que hicieron en 1794", lo mismo hicieron con Eugui. Señala ARNAIZ (1850) que: "en 1794 se habían empleado en ella más de seis millones de reales" lo que nos pone en evidencia de la importancia de dicha obra.

El 23 de marzo de 1793 se había declarado la guerra entre la Francia revolucionaria y España. La ubicación de las fábricas de armas cerca de la frontera no era estratégicamente lo más deseable. Según PARRILLA NIETO (1987) el 6 de abril de 1794, ciento setenta y nueve habitantes de Aézcoa/Aézkoa, con su alcalde a la cabeza, junto a los operarios de la fábrica y su guarnición (cifrada en 644 hombres) se enfrentaron a un ejército de unos 1.000 france-

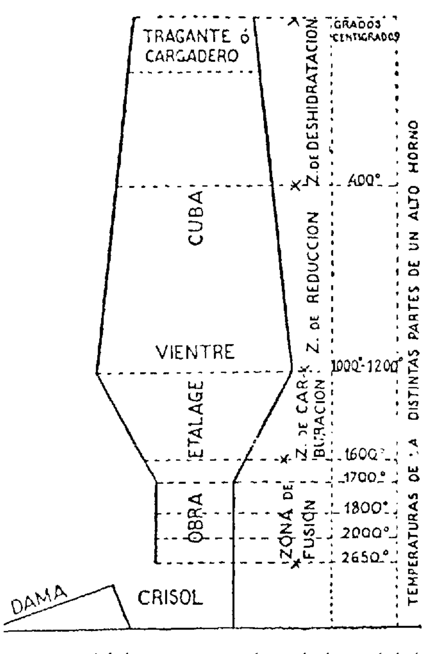


Figura 9. Esquema general de los componentes de un alto horno de la época (ESPASA).

ses haciéndoles retroceder. Sin embargo a finales de octubre, tras ser atacada Orbaiceta por seis batallones del país vecino la fábrica fue conquistada e incendiada, quedándo completamente devastada. Poco antes había sido tomada Eugui.

LA RECONSTRUCCIÓN DE LA FÁBRICA (1800), LA GUERRA DE LA INDEPENDENCIA (1808-1814), NUEVA DESTRUCCIÓN (1813) Y NUEVA REHABILITACIÓN (1828), 1ª GUERRA CARLISTA (1833-1839)

MADOZ (1849) nos describe la recuperación de la fábrica tras la guerra: "por los años 1800 a 1801 dió principio su reedificación, que concluyó en los de 1804 a 1805".

Según PARRILLA NIETO (1987) se encargó la reconstrucción al Capitán JUAN BENGOA por un importe de 1.267.167 reales de vellón. Señala MADOZ (1849) que: "Después de estar ya con los acopios de carbones, menas y demás se dió a un contratista que siguió hasta que a su entrada (en 1808) se apoderaron los franceses de ella y continuaron los trabajos del horno, construyendo además un fuego de afino con sus martillos mayor y menor, todo lo cual dejaron en el mismo estado, en razón de su precipitada (derrota de Vitoria) salida de España".

Según PARRILLA NIETO (1987) los franceses en su huida sólo hicieron pequeños destrozos, pero tras la entrada de las tropas españolas del Regimiento de León, dirigidas por el Teniente Coronel AGUIER, fue ocupada de nuevo la fábrica por los enemigos, pese a la notable defensa que hizo la guarnizión acantonada en Orbaiceta, el 23 de julio de 1813. Con posterioridad la fundición fue recuperada, de forma sucesiva, por las tropas de las guerrillas de MORILLO y MINA, las cuales no consideraron la posición como segura y abandonaron el lugar, incendiando las carboneras y destrozándolo todo. ARNAÍZ (1850) indica que un maestro carpintero llamado SALAREGUI hizo esfuerzos inauditos para apagar el fuego, lo que posibilitó que la destrución no fuese total.

Entre 1814 y 1815 el comandante de la plaza de Pamplona TOMÁS JIMÉNEZ DE CENARBE mandó vender a particulares el carbón que había quedado en el monte y en la fábrica, así como el hierro dejado por franceses y guerrilleros, usando el carbón que no se pudo vender para tirar el hierro en los martinetes, atendiendo así con estos productos a la conservación de la destartalada fábrica (ARNAIZ, 1850).

Señala MADOZ (1849) que: "desde entonces quedó abandonada la fáb. hasta el año 1828, que se recompuso lo deteriorado, y volvieron a dar comienzo los trabajos (el 25 de julio de 1829 se dio fuego al horno), hasta 1833 que cayó en poder de los carlistas". Parece ser que en la postguerra, con un país arrasado, y luego con la revolución liberal (1820-23) el Estado carecía de fondos para la reconstrucción de la siderurgia. Hasta 1825 la Corona no vuelve a plantearse esta obra (ARNAIZ, 1850). Los gastos fueron 406.504 reales y 29 mrs.

PASCUAL MADOZ (1849) hace una profunda descripción de lo ocurrido en Orbaiceta en la Guerra Carlista: "El año 1833 esta fáb. se hallaba sin soldados y sin más armas que algunas escopetas, cuando Eraso se sublevó en Burguete (septiembre de 1833). En este apuro su director, el coronel Bayona (D. Manuel), llamó a su defensa a los vizcaínos en nombre del Gobierno de Isabel II, y reunió más de 300 hombres. Dio parte al Virey y este le envió armas para los operarios y empleados, nombrándole comandante militar de aquel distrito, haciéndole formar una compañía de voluntarios, y reforzándole con 40 carabineros. A finales de noviembre, creyéndose en peligro superior a estas escasas fuerzas pidió auxilio al Virey y recibió 120 hombres a las ordenes del sargento mayor de Ávila D. Tomás Viejo. Pocos días después fue socorrido con 200 hombres más; pero retirada esta fuerza para escoltar un convoy, el 14 de enero (de 1834) se presentó el grueso de las fuerzas carlistas y no queriendo comprometer la fáb., la dejó a cargo de un oficial y se retiró con los archivos, la caja y otros efectos; retirándose a la frontera de Francia. Los carlistas en esta ocasión permanecieron pocos momentos en ella, y su director volvió a ocuparla. El 16 ó 17 de dicho mes recibió aviso que pronto sería socorrido por el general Lorenzo. A los pocos días se presentó Zumalacárregui a las puertas de la fáb. con más de 4,000 hombres, ocupando la casa de Zabala y las alturas que la dominan. El director contaba para su defensa con 138 hombres entre empleados y carabineros, con cuyo número era imposible cubrir el

punto. A pesar de esto se rompió el fuego de una y otra parte, y a las once de la mañana se le intimó la rendición. Ganó el director todo el tiempo posible en contestaciones, esperando ser socorrido; pero al fin tuvo que convenir en la entrega, llevando por base la conservación del establecimiento (...) hasta que volvió al poder de los liberales sufrió combates repetidos". Según PARRILLA NIETO (1987) los carlistas no fueron capaces de mantener activa de forma continuada la fábrica.

ORBAICETA TRAS LA 1ª GUERRA CARLISTA

Hasta el abrazo de Vergara en 1839 no se darían condiciones favorables para poner de nuevo en marcha la producción. Esto ocurrirá según MADOZ (1849) en 1844, aunque las obras se iniciaron en 1843 (orden de 29-X-1842). En aquellos años MADOZ (1849) habla de 4 hornos (2 de España y 2 de Indias, de acuerdo a las dos cadenas producivas iniciadas a finales del XVIII). Los dos últimos eran los que estaban dando una producción de 1.200/1.300 quintales de metal/mes=14.400/15.600 quintales/año= 662/717 Tm/año (pensamos que esto equivaldría a una similar producción de mineral en mina). Tales cifras hoy se nos hacen ridículas, pero entonces con arranque manual y transporte en carretas no eran pequeñas.

Este hierro no sólo se destinaba a producir municiones, sino también a construir las ruedas para carruajes de la artillería.

Allí trabajaban, según MADOZ (1849):

1º) un Coronel o Teniente Coronel, director del establecimiento.
2º) un Capitán, encargado del detall.
3º) un Comisario de Hacienda.
4º) un Oficial Primero, encargado de efectos.
5º) un Oficial Segundo, pagador.
6º) tres Oficiales Terceros.
7º) dos Oficiales Meritorios Auxiliares.
8º) un Médico.
9º) un Capellán.
10º) un Sobrestante, maestro de obras.
11º) dos Carpinteros y dos Cerrajeros, para mantenimiento de edificios y máquinas.
12º) varios Canteros y Peones.
13º) un Fundidor, Cargador Mayor.
14º) a las órdenes del anterior cuatro Fundidores y cuatro Cargadores.
15º) un Moldeador Mayor y ocho Moldeadores Ordinarios (divididos en dos cuadrillas).
16º) un Visitador, con dos Vigilantes de Montes.
17º) en la mina, un Factor, así como Mineros y Peones varios, en función de las necesidades de mineral, y dos Guardas.
18º) Recibidor de Materiales, encargado de la custodia de los moldes y construcción de nuevos.
19º) un Maestro Modelista, encargado también de limpiar las municiones.
20º) para los ensayos, tres Afinadores, dos Aprendices.
21º) y un Maestro Tirador de Hierro, con un Calentador y un Aprendiz.

Aquí nos parece que al menos faltan los carboneros (en la márgen derecha del río, frente a la fábrica, había tres carboneras capaces de suministrar 23.000 cargas), transportistas (de la leña y mineral), guarnición de vigilancia (puede que estuviesen incluidos los carabineros), así como otros oficios (caleros, tejeros, panadero, correos, boyeros, etc.). Parece ser que había una plantilla cercana a 100 personas.

El Capitán MACARIO DE ARNAIZ (1849), según el mismo cuenta, mejoró la plantilla y las instalaciones, aunque la producción de hierro había mermado a 300 quintales/mes. Este autor también hace una magnífica descripción de la fábrica (Cfr. pág. 55).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO, SEGÚN MORALES (1849)

Recogemos los datos aportados por el Capitán FRANCISCO MORALES (1849) que, aunados a conocimientos propios, nos permiten reconstruir el proceso productivo.

Por minería subterránea se obtenían las menas, se trata de oligisto, goethita y siderita (que se calcinaba "in situ") en criaderos próximos. Estos minerales se llevaban a la fábrica (suponemos que en carretas) donde se mezclaban y dejaban un tiempo a la intemperie (donde se oxidaban las menas y se lavaban de algunas impurezas).

Enfrente de la factoría se producía carbón vegetal. Se cortaban troncos, se troceaban y apilaban los leños en la plaza (menudos y secos en la base, luego fragmentos gruesos, y por encima palos cada vez más finos, evitando huecos) conformando un cuerpo troncocónico, que se recubría de tierra y se le daba fuego. El carbonero, orientado por los humos, dirigía el fuego. Cuando se acababa el humo espeso y salía vapor azulado se tapaban todos los agujeros y se dejaba así varios días, procediendo luego a descubrir el carbón obtenido para enfriarlo.

El mineral se cargaba por la parte superior de los hornos, sin interrupción de día y de noche. Se echaba una carga de carbón, una de mineral y otra de castina. El fundente era una piedra caliza azulada de los alrededores.

Los altos hornos eran ahusados. Se cargaban por la tragante, situada sobre la cuba. La cuba adquiría su mayor anchura en la base, lo que se llamaba el vientre. Por debajo del vientre se extrechaba el horno de nuevo conformando el atalaje. En la parte inferior se disponía el crisol.

El interior estaba forrado por unas camisas refractarias elaboradas con arenisca rojiza de Eugui o con otras piedras procedentes de Garralda, población cercana a Orbaiceta. Estas últimas resistían menos al calentamiento, por lo que no se empleaban en el atalaje y crisol, ya que en la parte baja del horno es donde se alcanzan las mayores temperaturas. Las camisas duraban algunas campañas, mientras que los refractarios del atalaje y crisol sólo una.

El horno constaba de su correspondiente fuelle-tobera, accionado hidráulicamente. Las toberas se situaban justo por encima del crisol. Los antiguos fuelles habían sido sustituidos por fuelles de pistón. Estos pistones no sólo proporcionaban aire a los hornos, sino a las fraguas y fuegos de cerrajero.

El hierro fundido, por su gran densidad, iba a parar al crisol o parte inferior del horno, encima del metal quedaba la lechada de escorias, de menor peso específico. Cada día, salían dos o tres coladas, operación conocida como sangrado de los hornos (consistía en la apertura de un agujero, sellado con arcilla refractaria, en la parte inferior, mientras que las escorias se sangraban a mayor altura). El crisol estaba a una cierta cota sobre el suelo, para que corriese con facilidad la colada, que iba a parar directamente a los moldes, o en casos a surcos ubicados en la plaza y recubiertos de arenas refractarias. Estos moldes se preparaban entre las coladas.

El hierro obtenido mostraba diversas calidades, recibiendo en Orbaiceta tres denominaciones: gris, natural y blanco. El color blanco solía indicar presencia de impurezas o falta de carbono. Las escorias eran de dos tipos, las que contienen hierro y las que no. Las primeras se llevaban al bocarte (machaqueo) y se lavaban, volviéndo a añadirlas al horno.

A veces el hierro que se vertía en la propia plaza se cortaba en trozos. El siguiente proceso era el afino (refino en la literatura antigua), que es la operación que se hacía para descarburar el hierro, para que fuese maleable y se pudiese trabajar. Para ello se calentaba la masa, con carbón, en un crisol recibiendo, según MORALES (1849), "toda la fuerza del viento", mientras que un operario con una palanca removía la masa, para mostrarla por todos sus lados al chorro de la tobera. Al final se obtenía una bola (llamada zamarra) (Fig. 10), que era sacada del crisol y

entregada al martilleador, que la dejaba en forma más o menos paralepipédica de base cuadrada (Fig. 11). Se volvía a calentar frente a la tobera y se entregaba a un segundo martilleador para que confeccionase una pieza de las dimensiones requeridas para el uso deseado.

En la fábrica había tres martillos pilones, de 12, 8 y 2 arrobas (1 arroba equivale a 11 kg y 502 g).

En la cerrajería se obtenían piezas y herramientas diversas (Fig. 12).



Figura 10. Producción de la "bola" de hierro, según grabado antiguo.

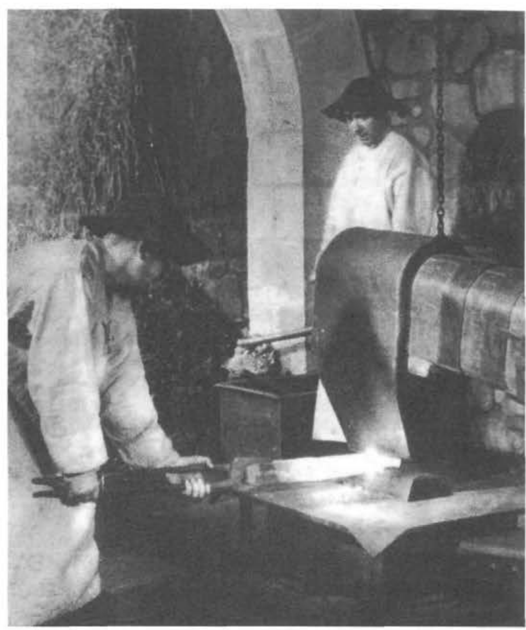


Figura 11. Imagen del uso de un martillo pilón, según reconstrucción actual del proceso (C. Burdinola, Legazpi).

ÚLTIMOS TIEMPOS Y CONCLUSIONES

Según PARRILLA NIETO (1987) al hacerse cargo, en 1854, de la administración de los montes el Ministerio de Fomento, hubo dificultades en el suministro de leña (para carbón) lo cual llevaría a la casi paralización de Orbaiceta, lo que trajo la intervención del Gobierno, en 1865, asignando los montes a la Dirección General de Propiedades y Derechos del Estado. Con estas mejoras en el aprovisionamiento, y por haber pasado Orbaiceta a suministrar hierro a las fábricas de armamento de Trueba y Oviedo (desde mayo de 1868) se recupera la producción. Pero un incendio debastador ocurrido en 1870 va a marcar de nuevo su declive. Orbaiceta cierra definitivamente, por falta de rentabilidad, en 1873.

Pasados más de cien años y estando la factoría en ruinas y cubierta de vegetación fue sacada del olvido gracias a la tesis de AURORA RABANAL YUS, en los años ochenta (Departamento de Hª del Arte, de la Universidad Autónoma de Madrid).

Orbaiceta ha sido excavada recientemente, bajo la dirección de la arqueóloga Dña. ANA CARMEN SÁNCHEZ DELGADO, gracias a la organización de campos de trabajo (1986-1991) auspiciados por el Gobierno Autonómico de Navarra.



Figura 12. Estado actual de la sección de cerrajería.

Las conclusiones son:

1°) Orbaiceta es una factoría importante del ejercito español, iniciativa del gobierno ilustrado de CARLOS III.

2°) Su mala posición estratégica y avatares históricos hicieron que sólo funcionase de forma intermitente, al sufrir continuas destrucciones e incendios, por guerras u otras circunstancias.

3°) El pueblo llano del valle cede sus bosques a la Corona (en contra de una placa que han puesto en la selva de Irati) y colabora de forma voluntaria en defensa de la nación española, ante el enemigo exterior, y frente a la insurrección carlista.

4°) Ahora sólo quedan ruinas, pero sin duda conforman un patrimonio arqueológico-industrial de gran interés.

BIBLIOGRAFÍA

- **Arnaiz, M. de (1849 y 1850):** Breve reseña de las fábricas de fundición de hierro de Navarra, sus recursos y ventajas que pueden reportar al Estado, con la protección del Gobierno de S.M. *El Memorial de Artillería o colección de artículos y memorias sobre diversas ramas del saber militar*, T.V, 115-123. T. VI, 49-91.
- **Elósegui, J., de Orbe, A., Pedrafita, J.L. y Redón, F. (1988):** El Parque Natural Pirenaico en Navarra. II Irati-Ibañeta. Ed. Gobierno de Navarra. Pamplona.
- **Chaudeanssur (1795):** Minas de España. Memoria sobre las minas de cobre de Orbaiceta, en Navarra. *Extractos de las Juntas Generales de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País*, 91-94.
- **Madoz, P. (1847 y 1849):** Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar. Voz Eugui, T. VII, 626 y Voz Orbaiceta, T. XII, 291-292. Est Tip.-Literario Universal. Madrid.
- **Marichalar, M. y Marichalar, M.A. (1789):** Puesta en fuego de los segundos hornos y restablecimiento de la Real Fábrica después de la invasión de los franceses (1794-1800). Ms. A.G.S., S.S.H., Leg-807.

- **Morales, F. (1849):** Fábrica de Orbaiceta. *El Memorial de Artillería o colección de artículos y memorias sobre diversas ramas del saber militar,* T.V, 444-457. 2 láminas. Imp. de Eusebio Aguado.
- **Parrilla Nieto, M. (1987):** Notas sobre las visicitudes de Orbaiceta entre la Guerra del Pirineo y su cierre definitivo En RABANAL YUS, A. (Ed.) Las Reales Fábricas de Eugui y Orbaiceta, en Navarra. Ed. Gobierno de Navarra. Burlada, 105-113.
- **Puche Riart, O. (2001):** Los hermanos Elhúyar, descubridores del volframio. *Fundatel,* 5, 73-84. Madrid.
- **Rabanal Yus, A. (1987):** Las Reales Fábricas de Eugui y Orbaiceta, en Navarra. Ed. Gobierno de Navarra. Burlada.

La producción de las ferrerías tradicionales vascas a mediados del siglo XIX: el caso de Arrabiola

Ignacio M. Carrión Arregui
Universidad del País Vasco.
hepcaari@se.ehu.es

RESUMEN

Las ferrerías tradicionales vascas fabricaban hierro por el procedimiento directo hasta su desaparición en la segunda mitad del siglo XIX sin modificar la tecnología antigua ni modernizar apenas su maquinaria, aprovechado su ventajosa localización en relación con los recursos forestales que les abastecían de carbón. Así, pudieron competir con fábricas más modernas que producían hierro dulce pudelado con lingote de altos hornos de carbón vegetal.

Lo comprobamos analizando la documentación de la ferrería de Arrabiola (Segura, Gipuzkoa), cuyos restos actuales y antiguos inventarios y cuentas, nos permiten precisar que sus instalaciones no experimentaron cambios sustantaciales al menos desde el inicio del siglo XVII

Las cuentas de su explotación entre 1848 y 1856 nos informan sobre el abastecimiento y consumo de carbón y mineral, así como del volumen de la producción, cuyas fuertes variaciones de unos año a otros pretendemos explicar.

Finalmente el ferrocarril, al abaratar los costes del transporte, sobre todo del carbón de piedra, les hizo perder su única ventaja frente al hierro de los altos hornos de carbón vegetal, y las antiguas ferrerías vascas desaparecieron.

Palabras clave: Ferrería de Arrabiola, País Vasco, s. XIX.

ABSTRACT

We analyse the case of an old bloomery that worked until 1866, and that we consider that it is representative of the traditional Basque iron industry. These works were profitable thanks to their location regarding the situation of the charcoal, and their annual production varied vastly from one year to another.

Key words: *Arrabiola, Basque Country, 19th century, Iron works.*

A partir del estudio de un caso, el de la ferrería de Arrabiola de Segura (Gipuzkoa), vamos a analizar algunos rasgos básicos de la siderurgia tradicional vasca, recalcando la larga pervivencia de una tecnología obsoleta, el alto grado de variabilidad de la producción anual de hierro y, finalmente, las causas de su desaparición definitiva.

Las ferrerías[1] eran unos establecimientos en los que se producía hierro por el método directo, a partir de mineral y carbón vegetal, utilizando la energía de un salto de agua para mover los fuelles. En un horno bajo, casi a ras del suelo, se reducía el mineral sin fundirlo, se compactaba con unas palancas y luego se extraía con unas grandes tenazas por la parte superior. La masa obtenida se colocaba bajo el mazo hidráulico, cuyos golpes le daban forma y expulsaban los restos de escorias, obteniéndose unos bloques de hierro forjado que posteriormente se par-

* Esta comunicación es un fruto del Proyecto de Investigación de la UPV-EHU 00012.130 HA-8104-2000.

[1] Creo que deberíamos reservar el término ferrería para designar los establecimientos que no tenían altos hornos y obtenían hierro por el método directo sin hacer fundición.

tían, calentaban y volvían a forjar hasta conseguir las barras de hierro del tamaño deseado. Esta técnica, que se generalizó en la Edad Media, se mantuvo con muy pocas variaciones hasta su desaparición en la segunda mitad del siglo XIX.

Algunas ferrerías se arruinaron y dejaron de producir, pero apenas surgen nuevas, pues los emplazamientos adecuados habían sido ya ocupados. La ubicación inicial no varío pues, y tampoco la de sus canales y su presa, obteniendo siempre una energía hidráulica similar, ya que cualquier cambio de estos elementos requería cuantiosas inversiones. Aunque sabemos que se hicieron algunas mejoras en algunas épocas, sustituyendo estructuras de madera por otras más sólidas de cantería, o reforzándose algunas partes de la maquinaria con más hierro para alargar su vida (Carrión, 1991, pp. 164-65), no se alteró la disposición de los elementos principales[2]. Todo esto lo podemos comprobar en la ferrería de Arrabiola (Segura, Gipuzkoa).

Un croquis de 1809 de la finca donde estaba la ferrería[3] sitúa la fábrica, canal y presa en el mismo lugar donde están los restos actuales, cuya localización estaba muy condicionada por el relieve. Estos elementos exigieron un gran esfuerzo para ser levantados, y una vez hechos pudieron ser reforzados y consolidados, pero nunca desplazados[4]. Están en el mismo lugar que estuvieron desde que se levantó la ferrería, a fines de la Edad Media o comienzos de la Edad Moderna[5].

Tampoco hay en los inventarios de herramientas y maquinaria indicaciones de que las instalaciones variaran. Estos documentos son muy similares en los siglos XVIII y XIX[6], aunque haya alguna referencia a ligeras mejoras. Por ejemplo, en 1806 tienen que hacer una estimación del aumento del hierro que reforzaba el huso, porque entonces iban más cargados que cincuenta años antes. Es decir, a comienzos del XIX se procuraba reforzar más los ejes con herrajes, posiblemente ante las dificultades de lograr los árboles adecuados para hacer tales piezas[7]. También vemos en las cuentas de Arrabiola que a mediados del XIX, junto a cabezales y otras piezas de madera, había también alguna de bronce; a veces se sustituía la tobera de cobre por una de hierro colado, o el mazo de hierro forjado por otro de fundición de un peso similar. Pese a estos ligeros cambios, la técnica se mantenía invariable.

Se trata, pues, de unos procesos que desde el punto de vista tecnológico estaban atrasados desde fines de la Edad Media, pero que se mantuvieron hasta muy avanzado el siglo XIX porque eran eficientes desde el punto de vista económico. Por un lado, porque, gracias a la vena de Somorrostro, fabricaban un hierro de calidad, muy dulce y maleable, insustituible para muchos usos; por otro, porque gracias al proteccionismo tuvieron reservado oficialmente el mercado colonial y peninsular (Bilbao, 1984). Los intereses locales rechazaron conscientemente la nueva tecnología del alto horno a comienzos del XVII (Carrión, 1998) optando por una producción limitada y cara, pero que se sostuvo a largo plazo porque supo adecuarse a la capacidad de producción de carbón de los bosques que con tal fin se cultivaban en su entorno, cuyos vestigios todavía no han desaparecido de nuestro paisaje.

2 Según el tipo de hierro a labrar y la mayor o menor abundancia de carbón podía ser aconsejable una distribución del agua (capacidad de trabajo) entre la rueda del mazo y la de los fuelles, haciendo que esto fueran movidos directamente por el eje o por medio del "zingunzangu", jugando con el tamaño de la "fundición" y la calidad y tamaño de la barras producidas (Fernández de Pinedo, 1988), pero esencialmente las instalaciones eran las mismas.

3 "Archivo de la Casa Zavala, 525.4".

4 Difícilmente hubieran podido cambiar su ubicación: La presa se sitúa justo antes de un desnivel en el cauce del río, el canal que mantiene a una altura casi constante el agua que toma, está cavado en la ladera y reforzado con mampostería gruesa. La ferrería se encuentra al final de la zona llana, justo antes de que el valle se angoste.

5 Todos estos datos apoyan la idea expresada: no hubo cambios sustanciales, idea que Luis Mª Díez de Salazar (1983) recogía hace unos años cuando de forma implícita afirmaba que las ferrerías del siglo XIV y XV eran iguales a las del XVIII. Nosotros hemos comprobado que las del XVIII apenas diferían de las de mediados del siglo XIX.

6 Entre los años 1759 y 1806 Arrabiola fue explotada por la familia Aguirreburualde durante tres generaciones, renovándose periódicamente el arrendamiento, y que en 1806 D. José Luis, nieto de Gregorio de Aguirreburualde, cotejó la herramienta, maquinaria e instalaciones que devolvía al dueño con el inventario que se hizo en 1759, cuando su abuelo recibió la ferrería. El inventario de 1806 es similar a los de mediados del XIX.

7 En 1759 hubo un pleito en el Corregimiento sobre quién tenía derecho a talar un árbol adecuado para labrar el huso mayor de una ferrería (AHPG-GPAH, 3/0725, f. 138).

Las cuentas de la explotación de la ferrería de Arrabiola[8], de 1848 a 1856, nos informan sobre el abastecimiento de materias primas (carbón y mineral), así como del volumen de la producción, cuyas fuertes variaciones de unos años a otros pretendemos explicar.

Arrabiola, situada en el alto Oria, consumía carbón hecho con la leña de los bosques próximos, de Altzania, de Urbia, de las estribaciones del Aizgorri... Pero también de zonas situadas mucho más al sur, llegando a traerse a esta ferrería grandes partidas de carbón procedente de Alsasua, Olzagutía, y hasta de la Amescoa Baja (Baquedano...). Se aprovisiona del carbón de las masas forestales del sur de Gipuzkoa y del noroeste navarro, llegando el carbón desde distancias superiores a los 30 kilómetros.

El 73% del mineral que llegó a la ferrería era vena negra de Somorrostro, de calidad superior, que había viajado por mar a San Sebastián y posteriormente recorrido unos 40 km en carros. Sólo el 27% procedía de los yacimientos de Mutiloa, distantes sólo unos 5 km, por lo que el mineral de Bizkaia puesto en la ferrería costaba el doble que el mineral local. Esto se debe a las cualidades del hierro obtenido con vena de Somorrostro, cuyas ventajas permitían absorber estos costes, por lo que desde fines del XVIII se había generalizado el consumo de mineral de Somorrostro en el interior de Gipuzkoa y en las ferrerías de Araia (Álava) y de la Barranca navarra.

El hierro producido en esta ferrería a mediados del XIX se dirigía al mercado peninsular, enviándose hacia Olazagutía, Vitoria, Estella, pero también a centros de fuerte tradición artesanal en la fabricación de herramientas y herrajes, como Tolosa y Alegia, y también era comprado al por menor por herreros locales. La correspondencia de los dueños de la ferrería con la compañía Ybarra y Mier, suministradora de mineral vizcaíno, indica también que estos hierros se seguían mandando al mercado americano.

La producción de hierro de las ferrerías fluctuaba mucho de unos años a otros. Las causas son diversas, pudiendo destacar tres motivos principales. En primer lugar tendríamos las condiciones climatológicas, que ocasionan una mayor o menor abundancia de agua. Lluvias abundantes, sobre todo en abril y mayo permitirían prolongar el período de labranza, igual que una mayor pluviosidad a finales del verano posibilitaba que se iniciara antes la siguiente, mientras que sequías prolongadas pueden hacer que ferrerías situadas en la cabecera de los valles, como Arrabiola, se vean seriamente afectadas en sus posibilidades de funcionamiento.

En segundo lugar estarían los accidentes más o menos fortuitos que paralizaban periódicamente la actividad. No debemos olvidar que ruedas, ejes, fuelles, mazo, yunque... debían funcionar al unísono estando perfectamente ajustados, pero como la mayoría de estas piezas eran de madera, debían ponerse a punto, repararse o reponerse frecuentemente. Una avería era grave, podía paralizar la fabricación varios meses.

Las cuentas de Arrabiola indican que las reparaciones previstas se procuraban hacer en los meses estivales en los que la ferrería no funcionaba. Pero algunas veces ocurrían imprevistos y tenían que ser realizadas durante el período de trabajo, quedando paralizada la fabricación. Esto debió ocurrir en la labranza de 1853-54, que aunque parece que duró cinco meses, en realizad debió ser más corta, pues debió estar inactiva durante bastante tiempo durante ese período, dada la escasa producción de aquel año y las averías que indican las cuentas.

En tercer lugar estaría el nivel de abastecimiento de mineral y carbón, que se debían adquirir con gran antelación, por lo que una escasez coyuntural de capital circulante o de crédito podía comprometer la producción del año siguiente. Además, problemas en la navegación de cabotaje, bien sea por escasez de fletes, mala mar, y las guerras en épocas anteriores, solían poner obstáculos a la llegada de la vena de Somorrostro. La producción también fluctuaba de una manera cíclica en el caso de ferrerías arrendadas, pues cuando entraba un arrendatario nuevo la producción máxima se solía lograr en los años centrales del arrendamiento, porque en los primeros solían escasear los materiales y en los últimos había que evitar que quedara materia prima sin consumir (Carrión, 1991, p. 266-268). Estas razones explican que la capacidad de producción de una ferrería tradicional sea muy superior a la cantidad de hierro efectivamente producida, que además varía mucho de unos años a otros.

[8] Las cuentas están en el Archivo Histórico de Loyola, Familia Zurbano, caja 8, nº. 2.

No nos debe sorprender, pues, que frecuentemente la producción anual oscile tanto de un año a otro, llegando a pasar de uno a tres en el caso de Arrabiola a mediados del XIX. En cuentas detalladas de periodos más cortos del siglo XVIII que hemos podido estudiar, vemos que también variaba mucho la producción máxima y mínima anual del periodo[9]. Consideramos, pues, que había una producción máxima alcanzable en condiciones optimas, una producción habitual, que se aproximaría a la producción media a largo plazo, y una producción media en periodos concretos, influenciada por su duración y circunstancias particulares. Todo esto, junto a la existencia de problemas metrológicos hace que tengamos que ser un tanto escépticos con ciertas estimaciones de producción de las ferrerías tradicionales de zonas próximas al País Vasco, que parecen excesivamente abultadas.

Labranza[11]	*Quintales mineral*[10] *Mutiloa*	*Somorrostro*	*Total Mineral (tm)*	*Producción hierro Qqs*[9]	*tm*
1847-48				966	71,3
1848-49	408	1.977	176,0	963	71,1
1849-50	1.686	3.351	371,7	1.100	81,2
1850-51	1.075	1.324	177,0	1.143	84,4
1851-52	702	2.951	269,6	682	50,3
1852-53	203	316	38,3	775	57,2
1853-54	0	0	0,0	384	28,3
1854-55	860	2.295	232,8	729	53,8
1855-56	649	2.525	234,2	740	54,6
Promedio	698	1.842	187,5	831	61,4

Tabla 1. Mineral acarreado y producción anual de hierro de Arrabiola.

En el caso de Arrabiola, podemos decir que en condiciones óptimas podría producir más 1.200 quintales al año, pues en la labranza de 1850-51, que sólo duró siete meses (unos 170 días de trabajo), se alcanzaron los 1.143 quintales machos. Sin embargo, hay años como el de 1853-54, en el que la labra duró cinco meses y sólo se hicieron 384 quintales. La producción media de estos nueve años es de 831 quintales machos, unas 61 toneladas métricas[12]. Podemos distinguir dos periodos. El primero serían los cuatro primeros años de las cuentas cuya producción media sobrepasa los 1.000 quintales. Dejando de lado el peor año (1853-54) que podría ser excepcional, los cuatro restantes el volumen de producción se reduce a unos 730. Afortunadamente las cuentas incluyen ambos grupos de años, proporcionándonos una imagen más adecuada, ya que sólo con los datos de los periodos más cortos sobrevaloraríamos su producción habitual o la infravaloraríamos. Así pues, podemos considerar que a mediados del siglo XIX Arrabiola podría producir habitualmente unos 900 quintales, una cantidad de hierro similar a la estimación que se recoge en el copiador de correspondencia de D. Francisco de Oquendo, inspector de la Real Fábrica de Anclas de Hernani, de 1752[13]. Esta coincidencia nos confirma la idea de que la estructura de las instalaciones fabriles de la siderurgia tradicional no había variado y que no se habían producido cambios tecnológicos que afectaran a la capacidad de producción.

[9] Son cuentas de la explotación de cuatro ferrerías guipuzcoanas durante cinco o seis años, en las que la producción anual máxima es entre 1,8 y 2,6 veces la producción anual mínima. Carrión, 1991, Tabla 22.

[10] Quintales machos de 150 libras guipuzcoanas (73,8 kg).

[11] Las cuentas de Arrabiola terminan a comienzos de junio, y los arrendamientos de ferrerías de la zona en San Juan. Consideramos que los años van de 1 de junio a 31 de mayo.

[12] El coeficiente de variación es de 0,28.

[13] Archivo Municipal de Hernani, C-5-III-4, ff. 179 y 194.

Arrabiola fue una de tantas antiguas ferrerías que necesitaban fuertes inversiones para reanudar su actividad hacia 1840, tras la primera guerra carlista. Hubo muchos casos en que el emplazamiento de la ferrería fue utilizado para montar fábricas de otro tipo (Mugartegui, 2001). En otros, como en Araia o Bolueta y un poco después en la de Yarza (Beasain), se construyeron fábricas de hierro con tecnología más moderna, en las que pronto se encendieron altos hornos de carbón vegetal (Fernández de Pinedo, 1983; Sáez, 1999). Finalmente otras, aunque se reconstruyeron, siguieron, como Arrabiola, fabricando hierro como lo habían hecho siempre.

La información que proporcionan las *Estadísticas mineras* sugiere que poco a poco se fue reduciendo el número de ferrerías tradicionales. Las situadas en el interior pudieron competir con dificultad aprovechándose de su ventajosa localización respecto a los recursos forestales. Pero las cosas cambiarán rápidamente a partir de 1864, cuando se abra la línea de ferrocarril del Norte. Por un lado la incidencia del coste del mineral en origen se incrementa, al disminuir los costes de transporte, siendo el de la vena dulce mucho mayor que el del oligisto de Ollargan que utilizaban los altos hornos, y por otro se abarata el coste de la hulla, utilizada en los hornos de pudelar. Así, las ferrerías tradicionales no podrán competir con los hierros forjados obtenidos de pudelar con coque el lingote de los hornos de carbón vegetal, e irán desapareciendo. El informe de la *Estadística Minera* de 1867 dice claramente que será muy difícil que las antiguas ferrerías guipuzcoanas puedan subsistir por la imposibilidad de competir con la moderna fábrica de Beasain.

Sin embargo, inicialmente se complementaron, utilizando la nueva fábrica como materia prima el hierro forjado de las viejas ferrerías. Así, cuando los Zurbano se desentendieron de la explotación directa, en 1857, arrendaron la ferrería a Usabiaga y Goitia, los fundadores de la moderna fábrica de San Miguel de Beasain, adquiriendo Usabiaga el stock de hierro que se había acumulado en Arrabiola.

Seguramente Arrabiola dejó de fabricar hierro cuando concluyó el arrendamiento de la ferrería a finales de 1866. Posteriormente no fue más que un caserío con un molino, donde en 1880 se dice que había una antigua ferrería. Sin embargo, el agua que desviaba la presa fue utilizado posteriormente por le *Eléctrica de Segura*, más adelante por la *Electra de Arrabiola*.

BIBLIOGRAFÍA

- **Bilbao Bilbao, L.Mª (1984):** "La siderurgia vasca, 1700-1885. Atraso tecnológico, política arancelaria y eficiencia económica", *IX Congreso de Estudios Vascos*, San Sebastián: Eusko Ikaskuntza.
- **Bilbao, L.Mª y Fernández de Pinedo, E. (1982):** "Auge y crisis de la siderometalurgia tradicional en el País Vasco (1700-1850)", *La economía española al final del Antiguo Régimen. II, Manufacturas*, Madrid: Alianza /Banco España.
- **Carrión Arregui, I.M. (1991):** *La siderurgia guipuzcoana en el siglo XVIII*, Bilbao: UPV-EHU.
- **Carrión Arregui, I.M. (1998):** "La crisis del siglo XVII y la producción de armamento en Gipuzkoa", *Revista de Dirección y Admón. de Empresas*: nº 7.
- **Díez de Salazar, L.M. (1983):** *Ferrerías de Guipúzcoa: siglos XIV-XVI*. San Sebastián: Aramburu.
- **Fernández de Pinedo, E. (1983):** "Nacimiento y consolidación de la moderna siderurgia vasca (1849-1913): El caso de Vizcaya", *Información Comercial Española*, 598.
- **Fernández de Pinedo, E. (1988):** "From the Bloomery to the Blast-Furnace: Technical Change in Spanish Iron-Making (1650-1822)", *Journal of European Economic History*, 17.
- **Mugartegui Eguia, I. (2001):** "Tecnología del agua, nobleza y crecimiento industrial en Guipúzcoa (1800-1900)", *VII Congreso de la Asociación de Historia Económica*, Zaragoza (www.unizar.es/eueez/cahe/mugartegui.html).
- **Sáez García, M.A. (1999):** *Álava en la siderurgia moderna española. San Pedro de Araya (1847-1935)*, Vitoria: Diputación.
- **Uriarte Ayo, R. (1988):** "La metalurgia ligera en el País Vasco. Análisis de un modelo local: las fraguas de Ochandiano en el siglo XVIII", *Estudis d'Història Econòmica*, nº 2.

Los residuos siderúrgicos de una ferrería a la catalana: la Farga Rosell (1842-1876)

Antoni Vila Mur*, Josep M. Bosch Casadevall*, Olivier Codina Vialette*, Aureli Àlvarez y Xavier Clop*****
*Àrea de Recerca Històrica del Govern d'Andorra. Andorra.
pca.gov@andorra.ad - jboschcasadevall@hotmail.com
**Departamento de Geologia. Universitat Autónoma de Barcelona.
***Servei d'Anàlisis Arqueològiques. Universitat Autònoma de Barcelona.

RESUMEN

La farga Rossell (La Massana, Andorra) fue uno de los últimos establecimientos productores de hierro por el sistema directo a la catalana que cerró sus puertas en Andorra. El proyecto de estudio de los restos de esta actividad siderúrgica tiene como principal objetivo la configuración de una clasificación tipológica de las escorias atendiendo a diversos criterios. La primera fase de estudio se ha fundamentado en el análisis mineralógico de las mismas. Los primeros resultados que ha arrojado este trabajo nos corroboran informaciones sobre la cadena operativa ya conocidas a través de la documentación escrita y además nos aportan nuevos datos que amplían el conocimiento que ya se tenia en este campo de estudio.

Palabras clave: cadena operativa, escorias, Sistema directo de obtención del hierro.

ABSTRACT

The Rossell forge (La Massana, Andorra) was one of the last bloomery establishments by de catalan system in Andorra. The study of the slags from this iron and steel production constitutes a project with a specific target: to create a typological classification according to several criterions. The first phase of study has been based in the mineralogical analysis of slags. At the moment we have the first results that confirm our knowledge about the operative chain proceeding from the written documentation and, besides, several data that bring us new conclusions in this field of study.

Key words: Bloomery, operative chain, slags.

INTRODUCCIÓN

La Farga Rossell (La Massana, Andorra) fue uno de los últimos establecimientos productores de hierro por el sistema directo a la catalana que cerró sus puertas en Andorra (ver figura 1)[1]. Por cuestiones desconocidas, el edificio una vez abandonado quedó sin reutilizar, contrariamente a lo que sucedió en otras ferrerías de la zona que se transformaron en fraguas o serradoras hidráulicas. Por tanto, la excavación de este yacimiento arqueológico nos ha proporcionado un gran número de datos sobre su estructura y una valiosa colección de residuos generados por la actividad que se desarrollaba. Este conjunto de escorias tiene un especial interés por el hecho de que en su gran mayoría han sido exhumados en primera posición.

El objetivo del proyecto de caracterización de estos materiales que l'Àrea de Recerca Històrica del Govern d'Andorra está llevando a cabo en colaboración con el Servei d'Ànalisis Arqueològiques de la Universitat Autónoma

[1] Sobre este taller de producción de hierro en bruto preindustrial ver CODINA, O., BOSCH, J.M. y VILA, A.: *La farga Rossell (1842-1876). El zènit de l'obtencio del ferro pel sistema directe*, Govern d'Andorra, Andorra la Vella, 2000.

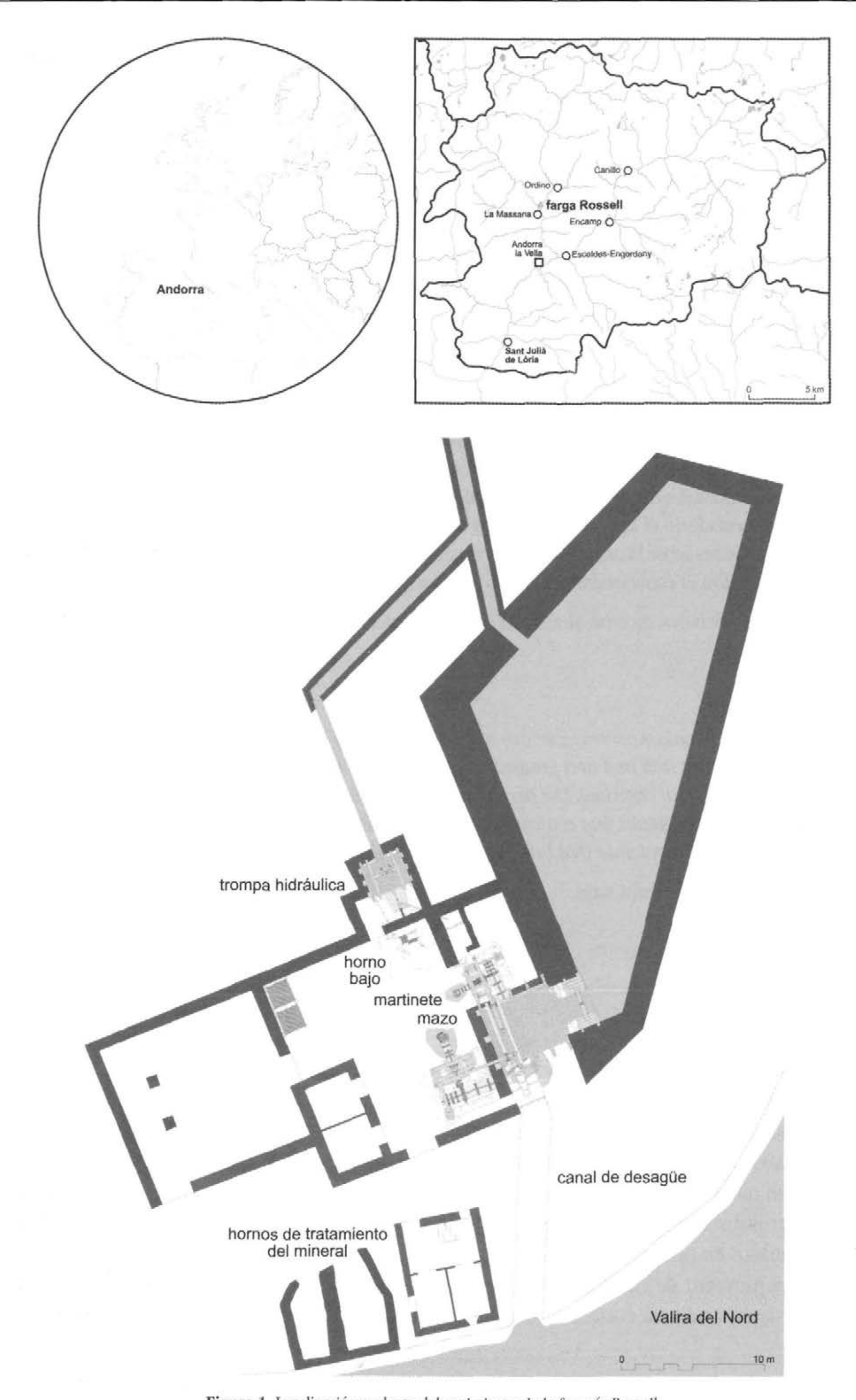


Figura 1. Localización y planta del yacimiento de la ferrería Rossell.

de Barcelona se centra en establecer una clasificación tipológica de las escorias para así poder configurar unos patrones característicos en cada etapa de trabajo de la cadena operativa[2]. La primera fase del proyecto ha comportado el análisis desde el punto de vista mineralógico de la matriz que constituye la escoria. En una segunda etapa se ampliará el trabajo con un estudio metalográfico de los restos de hierro que contienen casi todos materiales obtenidos.

Nuestra línea de trabajo es deudora de las reflexiones defendidas por Jean Cantelaube en sus estudios sobre las ferrerías del condado de Foix[3]. De acuerdo con estos estudios, consideramos estos materiales propios de una variante tecnológica del procedimiento directo que se desarrolla en los Pirineos orientales entre los siglos XVII y XIX, con el nombre de procedimiento directo a la catalana. Esta variante se caracteriza, sobretodo, por un tipo de ferrerías donde existe un horno bajo de estructura singular asociado a una trompa hidráulica y la brigada de ferrones trabaja de una manera particular. La Farga Rossell es un ejemplo representativo de estas ferrerías; que hasta ahora solamente se conocían gracias a los trabajos de los ingenieros de minas franceses de los siglos XVIII y XIX[4].

CONTEXTO ARQUEOLÓGICO Y MUESTREO

La inexistencia de un escorial es una característica propia de este tipo de ferrerías de la última fase tecnológica[5]. Este hecho condiciona la metodología de estudio a utilizar en nuestro caso. La mayor parte de trabajos publicados en este campo se fundamentan en una aproximación diferente a la problemática de los residuos siderúrgicos. La parte cuantitativa y el tratamiento estadístico de los volúmenes de materiales hallados son las herramientas que les permiten llegar a la conclusiones más significativas. En el caso de la Farga Rossell, todos estos restos se hallan diferenciados y no están acumulados en grandes volúmenes de amplia cronología.

El principal interés de nuestro trabajo residía en localizar restos siderúrgicos claramente asociados a una tarea concreta de la cadena operativa de la obtención del hierro en bruto. A priori, la búsqueda se orientó hacia cuatro zonas muy concretas (ver figura 2):

- El interior de los hornos de tratamiento del mineral[6]. Previamente, cada inicio de campaña, se cocía el mineral con un horno a cielo abierto con el objetivo de volverlo más poroso, quebradizo y para liberar parte de la ganga. Estos hornos, que en número de 2 se encuentran en el exterior mismo de la ferrería, servían también como depósito del mineral (muestras 1a y 1b).

[2] En este sentido, y aunque sea para épocas diferentes, seguimos los planteamientos metodológicos hechos por Vincent Serneels en "La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne", *Recherches sur l'économie du fer en Méditérranée nord-occidentale*, Éditions Monique Mergoil, col. Monographie Instrumentum núm. 4, Montagnac, 1998, pp. 7-44.

[3] CANTELAUBE, J.: "Apparition et évolution de la forge à la catalane dans l'Est des Pyrénées françaises, XVIIe-XIXe siècles", *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica, Simposi Internacional sobre la Farga Catalana. Ripoll 13-17 de setembre de 1993*, Govern d'Andorra, 1995, pp. 27-36; "Les forgeurs à la catalane: un savoir-faire entre sensations et pratique. Tentative d'archéologie des gestes techniques", *Savoirs et savoir-faire industriels en Méditerranée occidentale, XVI-XX siècle. Colloque International. 30 juin-2 juillet*, Musée de la Corse, 2000, en prensa; *Forges à la Catalane et Forgeurs Ariégeois. La longue fidélité de Pyrénées à la réduction directe du minerai de fer (XVII-XIX siècles)*, Tesis de doctorado dirigida por R. Cazals, Universidad de Toulouse-Le Mirail, 2002, inédita.

[4] Por ejemplo ver TRONSON DU COUDRAY.: *Mémoires sur les forges catalanes comparées avec les forges à haut fourneau*, Casa Ruault, París, 1775; PICOT DE LAPEIROUSE, P.: *Traité sur les mines de fer et les forges du comté de Foix*, Ed. Desclassan, Toulouse, 1786; MUTHUON, J.M.: *Traité des forges dites catalanes, ou l'art d'extraire le fer de ses mines en une seule opération*, Imprimerie départementale, Turin, 1808, (facs., Pau: ICN, 2000); RICHARD, T.: *Etudes sur l'art d'extraire immédiatement le fer de ses minerais sans convertir le métal en fonte*, Librairie Scientifique et Industrielle de L. Mathias, París, 1838 y FRANÇOIS, J.: *Recherches sur les gisements et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées et en particulier dans l'Ariège*, Editors Carillon-Goeuvry i V. Dalmont, Paris, 1843.

[5] En Andorra a partir del estudio de la producción de hierro en bruto entre los siglos XVII y XIX se han identificado, en base a criterios tecnológicos y económicos, 4 fases. La Farga Rossell pertenece a la última fase (1815-1877) que se caracteriza, entre otros aspectos, por un aumento significativo del peso de la masa de hierro (183 Kg.). Ver CODINA, O., BOSCH, J.M. y VILA, A.: "*La farga Rossell...*", op. cit., pp. 27-32.

[6] En catalán recuit y en francés grillage.

- El conjunto del horno bajo y la trompa hidráulica. En el horno bajo se obtenía la masa de hierro, que se caracterizaba por ser esponjosa y heterogénea (escorias, hierro dulce y acero) (muestras 2a, 2b, 2c, 2d y 2e).
- El yunque y los cepos de piedra del mazo[7]. El mazo de estas últimas ferrerías, con una cabeza de unos 600 Kg., sólo se utilizaba para depurar y cortar la masa de hierro. Esta operación consistía en obtener 4 pequeñas masas de hierro, de sección cuadrangular, denominadas massoquetes (muestras 3a y 3b).

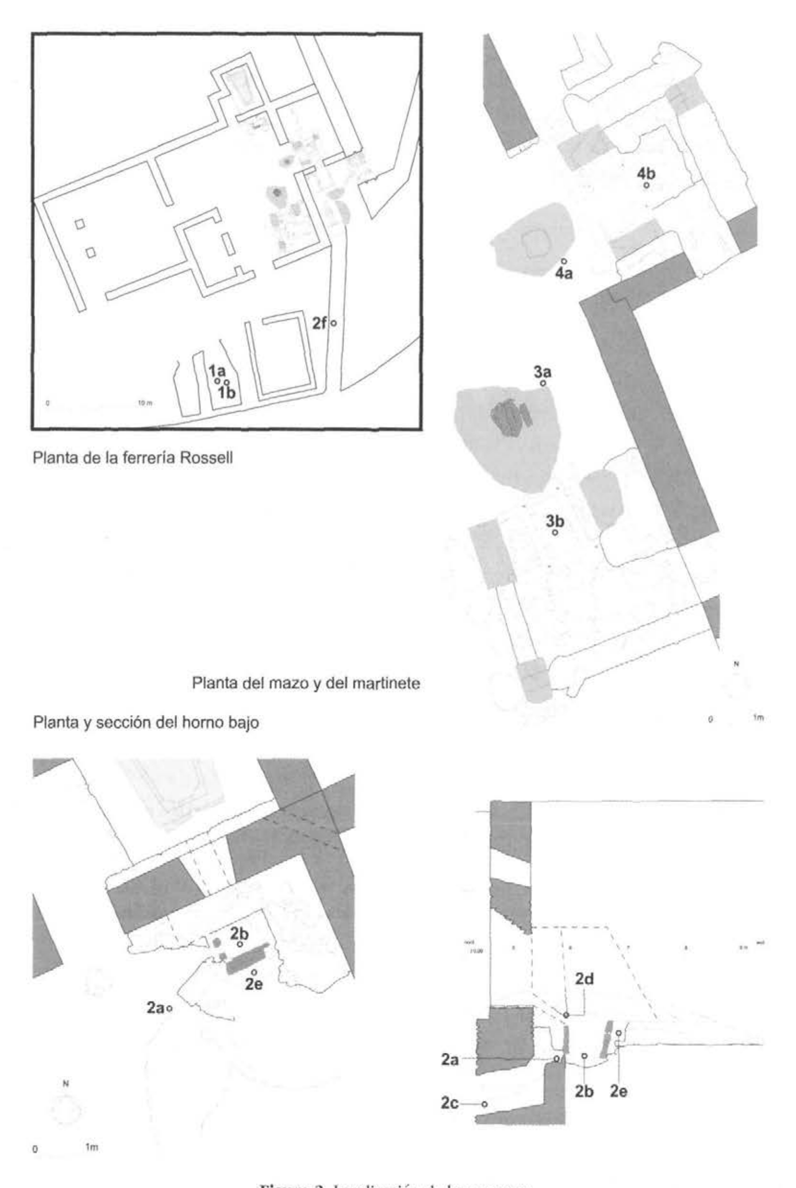


Figura 2. Localización de las muestras.

[7] En catalán mall.

- El yunque y los cepos de piedra del martinete. Las ferrerías de las dos últimas fases (1753-1815 y 1815-1877) adoptan el martinete, con una cabeza de unos 350 Kg., para poder estirar las massoquetes hasta obtener las 4 barras primarias o lingotes. El martinete también se utilizaba para dar diferentes acabados y formas a los lingotes a petición de los herreros (muestras 4a y 4b).

El proceso de excavación nos ha aportado un nuevo foco de interés en el cauce del canal de desagüe del agua que provenía de las ruedas. En esta zona se ha constatado la presencia de una corteza férrica muy oxidada (muestra 2f). Muy probablemente, una parte importante de los residuos generados por el horno y los martillos se tiraban directamente al canal desde donde iban a parar al río. Esta gestión de los residuos provoca la no existencia de un gran escorial delante de la ferrería.

RESULTADOS

Las técnicas analíticas empleadas sobre una selección de muestras previamente seccionadas han sido las siguientes:

- Microscopia de luz polarizada.
- Microscopia de luz reflejada.
- Difracción de rayos X.
- Microscopia electrónica de rastreo.
- Lupa binocular.

Los resultados obtenidos revelan algunos aspectos muy interesantes sobre el procedimiento directo de obtención del hierro que complementan e incluso amplían lo que ya se conocía sobre este particular.

El volumen de restos recuperados de la zona del taller ha sido inferior a lo que se esperaba "a priori"[8]. No obstante esto, hemos podido diferenciar diversos grupos de escorias característicos de las diferentes fases de trabajo en este ámbito. En este espacio hay tres focos productores de residuos: el horno bajo, el mazo y el martinete.

HORNOS DE TRATAMIENTO DEL MINERAL

Especialmente importantes han sido los restos extraídos del interior de los hornos de tratamiento del mineral, ya que nos han proporcionado una valiosa información acerca de las condiciones térmicas que se alcanzaban en esta operación (muestras 1a y 1b)[9].

El mineral de hierro ya tratado puede fluir parcialmente y convertirse en escoria, incluso puede experimentar puntualmente una reducción a hierro metálico según la posición que ocupe en el interior de este horno (ver figura 3). De todas formas estas transformaciones representan una proporción menor sobre el conjunto de mineral que se trataba habitualmente en este espacio.

De todo ello se desprende que en esta primera etapa de la cadena operativa (tratamiento del mineral) no existía un control demasiado preciso de las condiciones del proceso ya que, esta operación tiene poca incidencia en la futura reducción que tendrá lugar en el horno bajo. Aunque el mineral se haya reducido parcialmente, el objetivo principal en esta etapa se habrá conseguido de sobras ya que el mineral quedará libre de sus principales impurezas

[8] Las causas del reducido volumen de residuos hay que buscarlas en las operaciones periódicas de limpieza de la sala de trabajo y en el corto período de funcionamiento del taller (1845-1876).

[9] Sobre las características estructurales de estos hornos y del trabajo ver CODINA, O., BOSCH, J.M. y VILA, A.: "*La farga Rossell...*", op. cit., p. 61, 65 y 88-90.

y será más poroso. Es de suponer que preferían pasarse un poco por exceso que quedarse cortos y no eliminar todos los compuestos que podían incidir negativamente en la futura reducción.

HORNO BAJO

El horno bajo es el corazón de todo el proceso productivo y, por tanto, es el generador de un buen número de escorias en el conjunto del establecimiento[10]. Las materias primas introducidas en el horno junto con las arcillas que constituyen el aparato constructivo de esta estructura sufren una serie de cambios físicos y químicos muy importantes durante el proceso de reducción del mineral. La ganga del mineral se fluidifica y se purga periódicamente por el orificio denominado *chio* practicado en la cara de trabajo de horno[11]. En la últimas etapas del proceso de reducción, los posibles restos de hierro metálico que llegan a fundir quedan incluidas en una red heterogénea de óxidos de hierro y silicatos diversos.

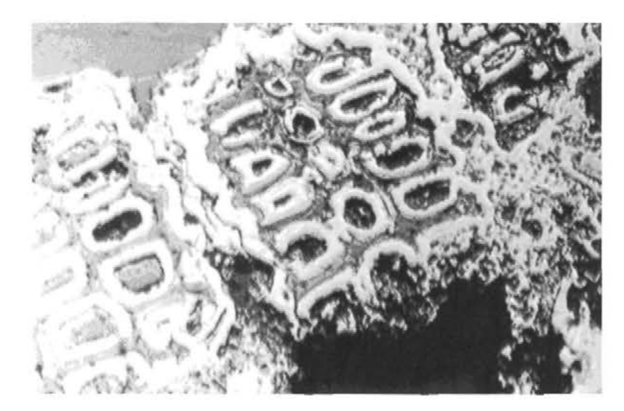


Figura 3. Muestra 1b. Detalle de una escoria esponjosa donde se ve el hierro (color blanco brillante) que envuelve núcleos de escoria silícica (x2500).

Las muestras estudiadas que se pueden asociar a la actividad del horno son:

- Un fragmento del gran bloque escoriáceo que constituía la base del crisol del horno (muestra 2b).
- Un bloque de arcilla escorificado que sujetaba o estuvo en contacto con la tobera de cobre (muestra 2d).
- Una muestra hallada en segunda posición incrustada sobre el fondo del canal de desagüe del agua que movía la rueda (muestra 2f).
- Una pequeña esponja de hierro metálico del interior del recubrimiento de la cubeta que constituía el horno (muestra 2e).
- Unas muestras de escorias ligeras obtenidas del proceso de purga del horno que se inicia a las dos horas de encender el mismo (muestra 2a).

[10] Sobre las características estructurales y la producción de este horno bajo ver CODINA, O., BOSCH, J.M. y VILA, A.: "*La farga Rossell...*", op. cit., pp. 66-72 y "Le dernier bas fourneau. L'obtention du fer par le système direct à la fin du XIXe siècle (Andorre)", *Le fer dans les Alpes du Moyen-Age au XIX e siècle. Actes du colloque international de Saint-Georges-d'Hurtières. 22-25 octobre 1998*, Éditions Monique Mergoil, col. Temps Modernes núm. 4, Montagnac, 2001, pp. 155-166.

[11] Al cabo de unas 2 horas de reducción se abría el orificio del chio para dejar salir las escorias acumuladas en el fondo; en total, durante las 6 horas de reducción se podía repetir esta operación cerca de 20 veces.

Uno de los aspectos más útiles de la información que nos han proporcionado las analíticas se refiere a la velocidad de enfriamiento de estos materiales. Las escorias obtenidas en el sangrado del horno son las que han padecido un choque térmico más acusado, máxime si se tiene en cuenta que se rociaban inmediatamente con agua para evaluar su respuesta y corroborar así que eran pobres en hierro metálico (2a)[12]. Estos residuos de naturaleza eminentemente silícica, serían químicamente comparables a las escorias extraídas del fondo de los hornos de tratamiento del mineral (1a y 1b) ya que ambas están constituidas por los compuestos que provienen de la fusión de la ganga del mineral.

Estas escorias denominadas magras (sin contenido en hierro metálico) están formadas principalmente por el óxido de hierro (II) denominado *wüstita* y un silicato de la serie de las olivinas, entre la *fayalita* y la *tefroita* denominada *knebelita*. Sabemos que la presencia de cristales aciculares bien definidos, delgados y alargados de *fayalita* o *knebelita* así como la abundancia de *wüstita* en forma de dendritas es un signo inequívoco de que la muestra ha sufrido un proceso de enfriamiento muy rápido desde la fase fluida. Ocasionalmente se puede detectar una gran abundancia de texturas vacuolares en su seno por efecto del contacto con gases mientras se encontraban en estado pastoso. Eventualmente la presencia de silicatos básicos dentro del horno puede aportar una facies vítrea al solidificar la escoria.

Las escorias que se han quedado en el interior del horno presentan algunas características propias según el subgrupo al que pertenezcan. En primer lugar hay que considerar los restos de arcilla alterada que se ha empleado en la construcción del horno. En segundo lugar, y por orden de aparición en el proceso, hemos de citar las escorias que se van colando por el interior del crisol y que paulatinamente se van depositando en el fondo del horno. De este hecho va surgiendo una autentica base escoriacea de gran potencia que se tiene que retirar periódicamente para no limitar la capacidad del cubo (2b). Finalmente, cuando la operación de reducción está en su tramo final se puede dar puntualmente el fenómeno de fusión del hierro recién formado que fluye hacia la parte baja del crisol donde después de la descarga del horno irá solidificando dentro de una matriz silícica (2e).

Tanto para el caso de los restos de pared como para el del fondo del horno nos encontramos delante de una escoria constituida por una red de *knebelita* con masas puntuales de silicatos amorfos (material vítreo) donde puede haber quedado ocluido algo de hierro metálico producto de una esporádica fundición.

La muestra de hierro esponjoso puede ser resultado de la labor denominada *balejada* que se desarrollaban en las postrimerías del proceso de reducción para homogeneizar la masa de hierro[13]. Este fragmento es sin duda una pequeña arista desprendida durante la anteriormente citada operación o, posteriormente, cuando al extraer la masa de hierro del horno, ésta es sometida a un repicado superficial manual.

Una consideración aparte merece la colada de escoria presente en un canal situado debajo del nivel del fondo del crisol del horno que desemboca en el espacio que ocupa la caja de vientos de la trompa hidráulica (2c). El estudio de la composición de esta muestra revela que ha alcanzado temperaturas muy altas. Se caracteriza por su elevada densidad y por la presencia aislada de hierro metálico (ver figura 4). Todo ello confiere a esta muestra una singularidad especial en el conjunto de residuos hallados en este yacimiento. Contrariamente a las escorias ligeras, en este caso nos encontramos ante una tipología de escoria oscura y densa que ha fluido lentamente por el interior del canal que se encuentra unos pocos centímetros por debajo de la base del horno. En consecuencia, esta estructura no tiene ninguna relación con las operaciones de reducción que tienen lugar en el interior del crisol. La propia con-

[12] Cuando las escorias, al mojarlas con agua, estallaban violentamente era una señal inequívoca que contenían demasiado hierro y que el proceso de formación de la masa de hierro no era el optimo. Los ferrones, gracias a estas y otras prácticas, sabían como progresaba la reducción y la respuesta necesaria a cada momento. Ver el capítulo sobre el universo sensorial de los ferrones en CANTELAUBE, J.: "*Forges à la Catalane et Forgeurs Ariégeois...*" op. cit., pp. 188-197.

[13] Concretamente, esta labor consistía en aglutinar y dar forma a la masa de hierro en el crisol con la ayuda de una palanca. Ver CODINA, O., BOSCH, J.M. y VILA, A.: "*La farga Rossell...*", op. cit., p. 92.

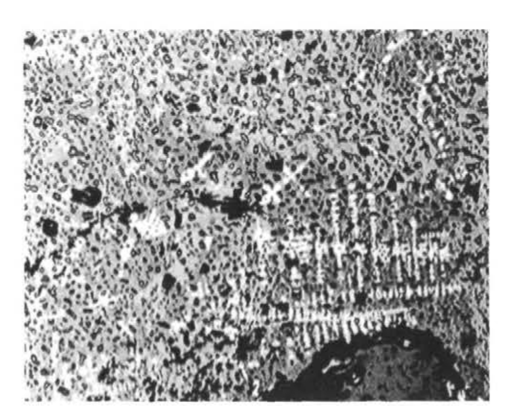


Figura 4. Muestra 2c. Detalle de una escoria con abundante knebelita, algunas dendritas residuales de wüstita y algún pequeño grano de hierro metálico (x600).

figuración desmontable de la estructura del horno nos proporciona la explicación más plausible del porqué de este canal. Muy esporádicamente eran necesarios ciertos trabajos de soldadura para reparar principalmente la cabeza del martillo, operación que exigía retirar todas las piezas de hierro que conforman el horno además de su base escoriacea. A tal efecto existía este canal a una cota más baja que desembocaba directamente al desagüe de agua de la caja de vientos para permitir la evacuación de la escoria generada en esta operación excepcional. En alguna bibliografía clásica este conducto se denomina "canal de evacuación de las humedades", utilidad para la que dudamos seriamente que se hubiera construido esta estructura a partir de los resultados que ha arrojado nuestra investigación arqueológica y arqueométrica[14].

CANAL DE DESAGÜE

El conjunto de acumulaciones incrustadas en el fondo del canal de desagüe están fuertemente oxidadas y contienen cantidades apreciables de hierro metálico en su interior (2f). Tienen un especial interés interpretativo al observarse que mucho del hierro (0) que contienen se encuentra en forma de típicas esferas pequeñas de fundición. Esta misma tipología de escorias también ha sido hallada en el canal de desagüe de la Farga Areny (Ordino, Andorra), unos kilómetros río arriba[15]. El origen de este material podría estar relacionado con una parte de la masa de hierro extraída del horno bajo que habría sobrepasado puntualmente la temperatura de fusión y que, por tanto, habría fluido hacia los laterales y/o fondo del crisol. En alguna operación de saneamiento del interior del horno, estos materiales habrían sido arrancados y lanzados a la corriente del agua de las ruedas como tenían por costumbre en estos casos. Por su alta densidad, parte de estos restos podían haber sedimentado en alguna depresión del cauce de donde se han exhumado en la excavación. Posteriormente, con el paso del tiempo se habría ido formando lentamente una especie de estrato ferruginoso debido al proceso de corrosión del metal en medio acuoso.

[14] Sobre la función de este canal ver CODINA, O.: "Forn, rendiments i massers perduts a la farga Rossell. De la limitació tecnològica a la restricció desl costos", *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX. Actes del 6è Curs d'Arqueologia d'Andorra 2000*, Govern d'Andorra, 2001, pp. 148-150.

[15] Esta ferrería pertenece a la tercera fase (1753-1815) y, al igual que la Farga Rossell, el 1876 cerro la puertas definitivamente. Actualmente, se encuentra en curso de excavación.

MAZO

En cuanto al mazo genera dos tipos de residuos bien diferenciados[16]:

- escorias magras de natura silícica que han sido expulsadas de los intersticios de la masa de hierro como consecuencia de los violentos golpes recibidos por la cabeza del martillo (muestra 3b)[17].
- restos con un alto contenido metálico desprendidos también de la masa de hierro durante el proceso de compactación y que se conocen con el nombre de *gromps* (muestra 3a) (ver figura 5)[18].

MARTINETE

El martinete nos proporcionó muy pocos materiales de deshecho en su perímetro más inmediato. La función principal de este martillo era la de estirar las barras primarias y dotar al hierro bruto de una serie de características mecánicas en función del tipo de encargo hecho por el herrero. Una parte de estas operaciones implicaba ejercer sobre el hierro una serie de tratamientos específicos que podían requerir el concurso de mineral o fundentes de naturaleza diversa. A parte de unas pocas escorias ligeras de naturaleza silícica (muestra 4a), en esta zona hemos constatado la presencia de otra tipología de residuo en la que destaca la presencia de pequeñas cantidades de hierro laminado (limaduras) y la abundancia de óxidos de hierro de neoformación (muestra 4b). Sin duda, los análisis metalográficos de estos restos nos proporcionaran los datos más relevantes que nos hacen falta para completar el conocimiento sobre esta última etapa de la cadena operativa.

CONCLUSIONES

A la espera de los resultados que pueda arrojar el estudio metalográfico en curso, disponemos ya de diversos

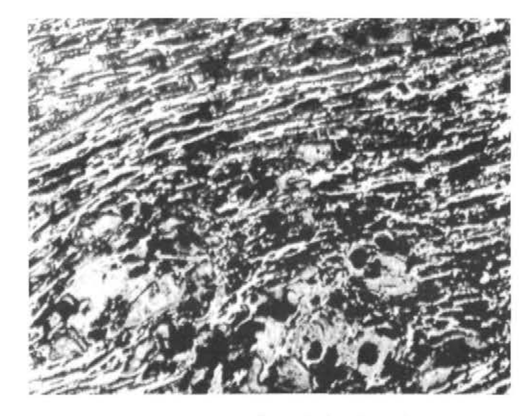


Figura 5. Muestra 3a. Detalle de un gromp donde se ven las partículas de hierro metálico laminadas y mezcladas con wüstita (x150).

[16] Sobre las características estructurales del mazo y del martinete ver CODINA, O., BOSCH, J.M. y VILA, A.: "*La farga Rossell...*", op. cit., p. 55-61.

[17] La cabeza podía llegar a realizar 90 golpes por minuto.

[18] Sobre este tipo concreto de residuo ver NOSEK, E.: "The metallography of Gromps", *La sidérurgie ancienne de l'est de la France dans son contexte européen, archéologie et archéometrie. Actes du colloque de Besançon 10-13 de novembre de 1993*, Annales Littéraires de l'Université de Besançon, Paris, 1994, pp. 65-73.

datos para comprender mejor el trabajo que se desarrollaba en la Farga Rossell. La separación espacial de los restos de la actividad siderúrgica según la etapa de la cadena operativa en que fueron generados ha posibilitado este estudio y ha favorecido el tipo de aproximación empleado. En definitiva, se han ampliado conocimientos sobre la gestión de los residuos, las condiciones de tratamiento previo del mineral, la diferenciación de los diferentes tipos de restos que genera el horno, la caracterización de los tipos de escoria que se pueden producir en los martillos y el descubrimiento debajo del horno de una tipología de escoria asociada a trabajos de soldadura.

Estos primeros datos mineralógicos sobre la cadena operativa de la reducción directa a la catalana completan parcialmente las informaciones conocidas a nivel documental, arqueológico y bibliográfico. El progresivo conocimiento de esta variante del sistema directo pone de manifiesto la necesidad de avanzar, en igual sentido, en el estudio de la otra existente en el nordeste de la Península Ibérica con la finalidad última de poder disponer de un estudio comparativo.

Explotaciones mineras de cinc en Sierra Morena Central. Córdoba (1860-1921)

J.L. Hernando Fernández
Universidad de Córdoba.
jhernandofdz@hotmail.com

RESUMEN

Se exponen las características más destacadas de la minería del cinc en Sierra Morena Central -sobre asociación de blenda y galena-. Esta actividad llegó a tener gran importancia en los años 1907-1921, y se beneficiaron en todos los casos yacimientos de morfología filoniana. Esta etapa de pujanza de laboreo de minas de cinc estuvo estimulada por la instalación de una planta metalúrgica para el tratamiento de blendas en Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba).

Palabras clave: Blenda, Casiano de Prado (mina), El Soldado (mina), metalurgia del cinc, Peñarroya.

ABSTRACT

There are exposed the outstanding characteristics of the mining on zinc ores in Middle Sierra Morena (lead glance and blende). This activity acquired significance in the period 1907-1921, when were worked great quantity of seam shaped deposits. The phase of main strength on this mining was promoted by the installation of the mill for processing of blende in Peñarroya Pueblonuevo (Cordoba).

Key words: *Blende, Casiano de Prado (mine), El Soldado (mine), metallurgy of the zinc, Peñarroya.*

INTRODUCCIÓN

En toda la región metalogenética de Sierra Morena, y en su zona central en particular -provincia de Córdoba-, los minerales de cinc aparecen asociados a los de plomo en yacimientos filonianos, en los que la serie más común es blenda-willemita-cincita (la calamina se presenta excepcionalmente acompañando a la blenda). Por esta razón, las minas de cinc de la provincia figuran administrativamente registradas como criaderos de galena. Una ley que pueda servir de tipo genérico para los concentrados de estas blendas puede ser la obtenida en los productos lavados de la explotación *Casiano de Prado*: Zn = 36,26%, Pb = 4,80% y Ag = 600 g/t.

Los yacimientos cordobeses de cinc se agrupan por una parte en el área de Hornachuelos, Posadas y Almodóvar del Río, no muy lejos del Guadalquivir. Otra zona (relacionada con los *asomos nefelínicos*, según A. Carbonell, 1927) es el lugar donde encajan las minas de la *Torre de las Siete Esquinas* y de *Santa María de Trassierra*. Dentro del carbonífero de Peñarroya-Belmez-Fuenteobejuna, está el Grupo de *Santa Bárbara*, mientras que las concesiones de *Mirabuenos* quedan enmarcadas en el término de Villaviciosa de Córdoba. Hacia el este, en el *Batolito de Los Pedroches*, se encuentra *El Soldado* -cerca de Villanueva del Duque-, además de *Claudio*, en Alcaracejos.

La producción de minerales de cinc, en Córdoba y en toda España, llegó a tener no poca importancia en el pasado: en referencia al período quindenial 1907-1921, su producción total -según la *Estadística Minera de España*- fue de 2.017.827,19 toneladas, de las que corresponden a las explotaciones cordobesas una aportación de 1.120.567 t.

Fue característica la gran fluctuación de la producción en la minería cordobesa del cinc (en pocos años, pasó del 1,5% a más del 50% de la de toda España). En el mismo quindenio, la producción española supuso entre el 1,5 y el 5% del total mundial, pero para el último año considerado (1921), nuestros minerales españoles sólo representaban el 0,75% de la producción global.

En 1906, la *Société Minière et Métallurgique de Peñarroya* (SMMP) decidió crear una planta metalúrgica (cinc GOB) en Pueblonuevo -luego Peñarroya Pueblonuevo-, junto a su gran fundición de plomo/plata, instalando dos hornos de tostación y otras dos retortas horizontales de reducción y destilación. Este establecimiento mantuvo su actividad una veintena de años -fue parado en 1926-, siendo complementado poco después de su apertura con una planta de fabricación de ácido sulfúrico inaugurada en 1910.

La capacidad de la fundición de cinc de la SMMP en Peñarroya pronto quedó pequeña para dar cuenta de la producción de concentrado de blenda de las minas cordobesas, hasta el extremo de tener que colocar parte de la obtenida en sus propias minas en otras fundiciones.

FUNDICIÓN DE PUEBLONUEVO (CÓRDOBA). CUADRO DE PRODUCCIÓN
(Ley media (%) del cinc metálico fundido: Zn, 97´97; Pb, 1´65; Fe, 0´07; Cu, 0´004)

Año	*Blenda tratada* (t)	*Cinc metálico producido* (t)
1919	4795	1583
1920	6314	1830
1921	7992	2582
1922	7984	2566

EXPLOTACIONES MINERAS DE CINC. SIGLO XIX (1860-1899)

La primera mención relativa a la minería cordobesa del cinc se remonta a 1860, y se refiere concretamente a la mina *Vista Hermosa*, enclavada en la Sierra de Córdoba, en las proximidades de la *Torre de las Siete Esquinas*. La producción de calamina de esta mina ese año, según el ingeniero Sabau, fue de 1040 quintales métricos. Con anterioridad a esta fecha, la calamina era despreciada por los explotadores y se arrojaba a la escombrera, puesto que solamente se beneficiaba la galena que, al parecer, se vendía a los alfareros. Curiosamente, en 1861 ya existía en ese mismo paraje un horno de manga, que no obtuvo producción, puesto que fracasaron las operaciones de fusión de las galenas calaminosas. También ha podido documentarse que ese mismo año, las fundiciones cordobesas *La Providencia* (con una máquina de vapor, un horno de manga y dos reverberos) y *San Juan* (con una máquina de vapor y un horno de manga) se encontraban paradas.

Muy pronto, en 1862, se abandonaron los trabajos en *Vista Hermosa*, pero volvieron a reanudarse en 1865. Por entonces, los minerales de cinc cordobeses se transportaban hasta el puerto de Málaga con el fin de embarcarlos con destino a Bélgica. Las minas productoras (de calamina y/o blenda) eran las siguientes:

Mina	Término municipal	Trabajadores	Producción (Qm)
Jesús, José y María	Córdoba	12	2304,15
San Antonio	"	34	9216,59
			TOTAL: 11520,74

En el año 1866 entró en producción la mina *San Rafael*, con lo que se eleva a tres el número de explotaciones de mineral de cinc en la provincia, pero en 1867 el ingeniero Martínez Rucker informa de la existencia de cuatro minas en explotación dentro del territorio cordobés. El mineral -con una ley media del 30% de Zn- se sigue expidiendo a Bélgica, siendo el precio medio del quintal métrico en bocamina 0,833 escudos. En este mismo año de 1867, se procedió al desmantelamiento de la fundición ubicada en *La Torre de las Siete Esquinas*.

La mina *San Matías* comenzó a producir, constatándose también actividad en la explotación denominada *Descuidada*; ambas suspenderían sus labores al año siguiente. Ya en 1869 solamente figuran como activas *San Antonio* y *San Rafael*, que obtienen mineral como resultado del lavado de las escombreras de rechazo.

En el período transcurrido entre 1870 y 1886, apenas si se registra actividad en la minería cordobesa del cinc; no obstante, Antonio Carbonell -a través de informes privados, independientes de la *Estadística Minera*- supo que algunos "sacageneristas" lograron, en 1871, ciertas "cargas" operando sobre las labores de *La Torre de las Siete Esquinas*. También relata el sabio ingeniero el hecho de que en 1878 se registró para calamina la concesión *Diosa* -que habría de ser caducada en 1885-, que, en realidad, era un subterfugio con el fin de paralizar la explotación de fosfato calizo (fosforita) existente en las calizas carboníferas de la *Sierra de la Estrella*, en el término de Espiel, a la sombra de la supuesta existencia de minas de cinc que, como después se pudo comprobar, no existían.

Pero en 1887 *Casiano de Prado* -en el término de Posadas- produjo 2000 Qm. de blenda argentífera, y solamente en el último cuatrimestre del año siguiente (con 343 obreros, 200 de interior) 4033 Qm., pagados a 5 pta el quintal puesto en bocamina. El lavadero contaba con una máquina de 20 HP, trómeles, machacadora, molinos, 3 cribas *Hartz*, varios "tinancos" -cribas inglesas- y un *round-buddle*. La producción total cordobesa de mineral de cinc en 1890 fue extraída de esta mina (y adquirida por "una Casa belga compradora de minerales"), que tenía un pueble medio de 610 trabajadores y disponía de 6 máquinas de vapor, que suponían una potencia instalada de 250 HP.

Ese mismo año, en *Araceli* -Villanueva del Duque, de 100 operarios-, la blenda que acompañaba a la galena se tiraba al vacie, puesto que aún no estaba construido el ferrocarril minero Peñarroya-Puertollano ni puesta en marcha la fundición de cinc de Pueblonuevo, "...no permitiendo dicho mineral el costoso transporte que se requería hasta situarlo en el puerto de embarque" (A. Carbonell).

En 1891 sigue siendo *Casiano de Prado* la única productora; en su interior, con vistas a mejorar sus rendimientos, ensaya las perforadoras hidráulicas *Brand*. Al año siguiente se alcanzan los 350 m. de profundidad, y en el pozo maestro se sustituyen las guiaderas de cable por carriles de hierro; en el exterior, el alumbrado de petróleo es cambiado por el eléctrico, para lo que se llegó a instalar una dinamo de 110 v -para 2 lámparas de arco y 33 lámparas incandescentes *Siemens*-. En el interior, especialmente, resultaban muy frecuentes los accidentes, graves y mortales, entre un pueble que alcanzaba ya los 750 trabajadores (tratando de aumentar la seguridad, se estudió un mecanismo de seguridad *paracaídas* acorde con las nuevas guiaderas instaladas).

Para 1893 se llega a 470 m., y la producción de blenda alcanza 43.331 qq. mientras que la cantidad de galena decrece con la profundidad. En el año siguiente, el valor total de la producción de *Casiano de Prado* asciende a 160.396 ptas. En el bienio 1895-1896 el mineral cordobés de cinc vendido procede en exclusiva de esta mina -donde se siguen produciendo los accidentes, tanto en los disparos de barrenos como en las labores de arranque por *realces*-.

Las operaciones mineralúrgicas ocupaban a 62 hombres, 17 mujeres y 15 niños, utilizándose diversos aparatos entre los que figuraban molinos de cilindros y de bolas, cribas continuas y discontinuas, "rumbos" y "royos". Para llevar los concentrados de la mina a la estación de ferrocarril de Posadas (línea Córdoba-Sevilla), se disponía -1895- "de 80 a 120 mulos y otras 10 caballerías de la mina" (según pudo determinar A. Carbonell en el Distrito Minero).

El producto obtenido ese año en el laboreo de *El Rincón*, con 80 hombres (y 6 mujeres y 18 niños en exterior) no se colocó en el mercado. Esta mina del término de Hornachuelos disponía de un molino de caballerías, además de "rumbos" y "royos" para la preparación mecánica de las menas.

En 1898, las cifras de producción y venta de blenda cordobesa fueron las siguientes:

Mina	Producción (qq)	Precio del Qm en bocamina	Valor producción
Castano de Prado	63.800	6,46 ptas.	412.125,00 ptas.
El Rincón	8.813	2,50 "	22.079,97 "
Positiva	500	8,00 "	4.000,00 "
Carmita	320	8,00 "	2.560,00 "

Ese mismo año, en las minas de Almodóvar del Río (*Carmita* y *Positiva*) se aplicaba el sistema de explotación *por testeros*. En 1899 se afanan en el lavadero de *Casiano de Prado* 18 mujeres y 30 muchachos (en las Actas del Distrito Minero deja de consignarse *niños*: y se cambia por *muchachos*). Los números reflejados en los cuadros de producción tuvieron un alto coste en accidentes de trágicas consecuencias, que verdaderamente diezmaban las plantillas de trabajadores; en 1899 murieron dos obreros -más un herido grave- "por explosivos" en *El Rincón*. En *Casiano de Prado* un trabajador resultó muerto y otro herido.

EXPLOTACIONES MINERAS DE CINC. SIGLO XX (1900-1921)

En 1900, se mantiene la producción total de blenda -69.080 qq. con un valor de 408.720 ptas-. Las muertes por accidente no se detienen, y *Casiano de Prado* cobra sus minerales con dos vidas más; al año siguiente (con un pueble de 370 obreros y explotando por realces, con algún *rebaje* excepcional) se registra otro fallecimiento en labor. Los accidentes mortales en esta mina eran un verdadero azote considerado habitual.

A partir de este punto comienza la crisis en la minería de la zona, que es tanto como decir en la provincia. Salvo *Cinco Amigos* (en el término de Posadas, también llamada *Trébedes*), la mayor parte de las explotaciones cincíferas estaban paralizadas o simplemente relavaban los zafreros. *Casiano de Prado* reduce su plantilla a 195 obreros en 1903, hasta llegar, en 1909, a suspender sus labores -manteniendo 21 trabajadores para el "lavado de los terreros"-; la historia de esta gran mina, como se ha dicho, arrastró un altísimo coste humano en lo referente a los fallecidos y sus familias como a los mutilados y las suyas, cuyo desamparo no era menor.

Durante esta primera década del s. XX, la mina *Cinco Amigos* va cobrando protagonismo en la producción de mineral. El laboreo se hace por el sistema de *antepechos*, y en 1904, sus 204 operarios consiguen llegar a 215 m. de profundidad.

Ya en 1906, las estadísticas cordobesas registran la aparición como productora de blenda de la excepcional mina *Santa Bárbara* -destacada por su potencia y su alta riqueza en galena-, que la *Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya* beneficiaba en el término municipal de Fuenteobejuna.

Debe decirse también que en 1908 los minerales cordobeses de cinc son proporcionados por el laboreo de *Mayo 2°* -también conocida como *Montenegro*-, además de por los vacies de *Casiano de Prado* y *Cinco Amigos* (Grupo minero *Calamón*), en donde, curiosamente, se continuaba perforando a mano, despreciándose el empleo de sistemas mecánicos, lo que no dejó de ser resaltado en los informes del Ingeniero Jefe del Distrito Minero de Córdoba, A. Madrid Dávila.

Pero en contraposición con su anticuado sistema de arranque, *Cinco Amigos* sí mecanizó su taller de preparación mecánica -instalado en 1905-, que disponía, entre otra maquinaria, de cuatro series de mesas para la separación de los productos finos, precedidas de *spitzkastens* o cajas de puntas, unificadores de densidad, ocho "rumbos"

y un laberinto. En 1909, se instalaron 2 mesas circulares (sistema Sturtevant-Pinder) con el fin de sustituir los *round-buddles*.

Las blendas producidas en 1910 son vendidas en bocamina al precio medio de 53,85 pesetas por tonelada, continuando en buena parte su camino vía marítima hacia Bélgica para ser sometidas al correspondiente tratamiento. En *El Rincón*, el mineral -tras realizar un primer trayecto a lomos de caballerías- se transportaba en carros hasta enlazar con el ferrocarril Córdoba-Sevilla, siendo cotizado a 3,50 pta el Qm. por la Casa *Dumond Frères*, de Lieja. En este año de 1910 se produce la paralización total de los trabajos en *Casiano de Prado* (habiéndose alcanzado los 550 m. de profundidad), incluyendo el lavado de las escombreras; sin embargo, en *Cinco Amigos* -con 371 obreros- se logra una profundidad de 350 m. *Mayo 2°*, explotada -al igual que *Cinco Amigos*- por la compañía inglesa *The Calamón Mining Company of Spain Ltd.*, emplea en estas fechas a 121 operarios.

En 1912 constan en las estadísticas los concentrados de cinc obtenidos en los lavaderos de las minas del término de Villanueva del Duque *Terreras* y *San Rafael*, que son remitidos para su tratamiento a la fundición de la SMMP en Pueblonuevo. El producto concentrado procedente de las minas enclavadas en el término de Posadas se seguía exportando a Bélgica. Este mismo año se electrifica el sistema de desagüe -para 400 m^3 diarios- en *Mayo 2°*, donde ya se habían alcanzado los 340 m. de profundidad.

La producción cordobesa de blendas en 1913 se reparte entre las explotaciones del Grupo minero de *El Soldado* (en cuyo ámbito se encontraban las citadas minas *Terreras* y *San Rafael*) y las ya mencionadas de Hornachuelos y Posadas. *Mayo 2°* pone en marcha un nuevo taller de preparación mecánica equipado con motores eléctricos.

Por estas fechas, la planta metalúrgica de Pueblonuevo (o Pueblonuevo del Terrible) comienza a fundir los concentrados que provienen de la mina *Mirabuenos* -sita, como se dijo, en el término municipal de Villaviciosa-. Un año más tarde, en 1914, toda la producción de concentrado de cinc resultado de la actividad minera en la provincia era fundida en la instalación de la SMMP.

Las perspectivas son muy halagüeñas en 1915, hasta el punto de que *Mirabuenos* ha de almacenar parte de su producción por falta de mercado, mientras que *Claudio* y, lógicamente, *El Soldado* (propiedad de la SMMP), así como *Santa Bárbara* -que ya tenía vibro clasificadores instalados y mesas *Wilfley*-, no tenían problema alguno de "mercado" para colocar sus productos. En este momento la *Sociedad de Peñarroya* compró la mina mogina *Claudio*, puesto que estaba desarrollando una clara política de expansión y monopolización de los yacimientos existentes en la *gran* provincia metalogenética que constituye Sierra Morena; asimismo, esta gran empresa intentó la recuperación de minas recientemente abandonadas (como el caso de *Cinco Amigos*, que fue desaguada hasta un cierto nivel, pero al encontrarse todas sus galerías hundidas hubo de concluir la labor de reconocimiento).

Habría que esperar hasta 1917 para que en las instalaciones de lavado de *El Soldado* se instalasen varias cribas *Hancock*, no obstante lo cual, la producción cordobesa de concentrados de cinc no despegaría aún. En todo caso, no debe dejar de referirse que este Grupo minero -que, a la sazón, era el principal productor de blendas en la provincia de Córdoba- apenas disminuyó sus cifras de producción, pese a las huelgas que habían tenido lugar en el transcurso del año 1918.

Un año después se conoce la gran explosión en las cifras de producción, que multiplica por nueve los resultados del ejercicio inmediatamente anterior, y el precio de los concentrados de cinc salidos del lavadero de *El Soldado* totaliza 910.804 ptas. La población obrera de *El Soldado* alcanza, nada menos, la cifra de 1288 trabajadores; pero debe decirse que la producción del concentrado de cinc era una actividad complementaria dentro del trabajo minero, ya que la explotación prioritaria era la del plomo -galenas- y, en consecuencia, de la plata.

En 1920 y 1921, salvo alguna cantidad de mineral rico en plata extraído en la mina cuerva *Guido* -que se expedía a la fundición de Cartagena-, la producción provincial de concentrado de cinc era tratada mineralúrgicamente en la fundición de Pueblonuevo del Terrible.

El pueble obrero para el último año considerado en este trabajo, sigue alcanzando cifras importantes, a la vez

que la producción crecía (pero también se mecanizaban parte de las labores mineras). En 1921, las explotaciones activas eran *Mayo 2°* (con 140 trabajadores), *Mirabuenos* (250), *Claudio* (190), y *El Soldado* (1099).

Durante este año se ultima la instalación de una moderna Planta de preparación mecánica para el Grupo minero de *El Soldado*. Este establecimiento contaba con un taller de flotación diferencial -para galena y blenda- que, poco después, llegó a ocupar a 253 operarios y que estaba equipado con un total de 62 máquinas de accionamiento eléctrico (alcanzando la cifra de 700 HP de potencia instalada).

La SMMP no escatimó sus recursos a la hora de proyectar y construir este lavadero, que constituyó un hito en referencia a la tecnología minera del momento: cribas mecánicas *Hancock*, cajas de puntas, machacadoras, molinos *Harding* -y otros tipos-, cribas *Callow*, mesas *Wilfley* y de tipo *Butchart*, clasificador *Dorr* y celdas de flotación *Standard* -de la *Mineral Separation*-, así como los equipos *Heward*.

Primeras etapas de la *Société Minière et Métallurgique de Peñarroya* en España. El siglo XIX

R. Hernando Luna y J.L. Hernando Fernández
Universidad de Córdoba.
jhernandofdz@hotmail.com

RESUMEN

En este trabajo se reseñan los principales acontecimientos del desarrollo de esta gran empresa minera en España, desde el momento de su fundación en 1881 hasta finales de la decimonovena centuria, tanto en lo que se refiere a la minería del carbón (actividad que era totalmente contraria a su vocación empresarial) como a la metalurgia y el laboreo del plomo y de la plata.

Palabras clave: Cuenca carbonífera del Guadiato, metallurgy of lead, Peñarroya, Rothschild.

ABSTRACT

This text is a review about the main events on the growth and evolution of this great enterprise in Spain, from its foundation -1881- until the last ages of 19th century, in what refers to coal mining (activity opposite to its vocation), the metallurgy, and the mining of lead and silver.

Key words: *Coalfield of Guadiato, metallurgy of lead, Peñarroya, Rothschild.*

LOS TIEMPOS PRECURSORES A LA FUNDACIÓN DE LA *SOCIEDAD DE PEÑARROYA*. EL TERRITORIO

El diccionario geográfico-estadístico-histórico *Madoz*, al referirse a la cuenca carbonífera de Belmez (Córdoba), y en particular a las primeras explotaciones llevadas allí a cabo siguiendo ciertos criterios técnicos, dice que se remontan al período comprendido entre 1770 y 1779, pudiéndose estar de acuerdo con el hecho de que los herreros del país, y de algunas comarcas próximas, usasen con anterioridad el combustible para sus fraguas. El *redescubridor* de estas minas, así se ha documentado, fue José Simón de Lillo, quien las puso a su nombre en el año 1778, comenzando una segunda etapa de su laboreo dos años después.

Otras posteriores explotaciones de carbón comienzan a tener actividad continuada a partir de 1845, y ya desde dos años antes son numerosos los denuncios de yacimientos metálicos -concretamente de cobre y de galena/plata- tanto en la región de Peñarroya (que aún era aldea de la jurisdicción de Belmez) como en otras comarcas aledañas.

La mina de carbón más antigua en la cuenca de Peñarroya-Belmez que se explotó con tecnología adecuada fue *La Terrible*, que fue adquirida hacia 1846 por la francesa *Compañía de Los Santos*. En 1862, la empresa belga *Parent et Schaken* compró, entre otras, las minas de *Los Santos*, pasando en 1865 a constituir -a partir de la compañía *Fives et Lille*, sucesora de la *Parent et Schaken*- la *Sociedad Carbonífera y Metalífera de Belmez*, la cual, al transformarse de comanditaria en anónima, pasaría en 1869 a llamarse *Société Houillère et Métallurgique de Belmez* (SHMB), que fue la empresa que inició el despegue minero y metalúrgico a gran escala del Alto Valle del Guadiato, al seguir una política expansionista que le permitió -junto a la *Compañía de los Ferrocarriles Andaluces*- ser la empresa dominante en la región.

Pero existían más compañías con actividad minera en la zona, como la *Fusión Carbonífera y Metalífera de Belmez y Espiel* -bien estructurada y de capital español- que operaba desde 1855 y fue vendida a *Carbonera Española* en 1869, o *Madrid, Zaragoza y Alicante* (MZA), empresa ferroviaria creada con capital extranjero y propietaria de la vía Belmez-Almorchón -que fue inaugurada en 1868-, que habría de conseguir también algunos intereses carboneros en la cuenca de Peñarroya-Belmez.

Posteriormente, alrededor de 1875, los carbones fueron explotados casi en exclusiva por la SHMB y por la sociedad *Loring, Heredia y Larios*; luego, en 1881, esta última traspasaría sus intereses a la *Compañía de los Ferrocarriles Andaluces* -creada con capital extranjero-. Estas empresas, y otras de menor entidad, tenían intereses no sólo en los carbones, sino también en diferentes yacimientos metalíferos próximos a la región de Peñarroya, cuya explotación sistemática comenzó a finales del decenio 1860-1870. Puede decirse que el laboreo intensivo del carbón inicia su gran desarrollo en 1881, año de la fundación de la *Société Minière et Métallurgique de Peñarroya* (SMMP). *Peñarroya* sería la última de las grandes empresas mineras creadas con capital extranjero en suelo español.

Con la construcción de varias líneas ferroviarias se pudo dar salida a los metales y carbones de la zona, los primeros por los puertos de Sevilla y Málaga, siendo destinados los segundos fundamentalmente a las fundiciones de Linares y, en menor cuantía al mercado de Madrid. Con todo, la utilización de carbón para el establecimiento metalúrgico de fundición de plomo y plata de la SMMP, instalado en 1870, en la localidad de Pueblonuevo -junto a otros diferentes consumos en las propias minas- nunca dejó de tener importancia.

El auge minero-metalúrgico de la zona de Peñarroya ocurrió en un área de escaso desarrollo demográfico, lo que originó un importante movimiento migratorio hacia esa comarca. Así, hacia 1860, comenzó a configurarse un doble núcleo urbano: por un lado *Pueblonuevo*, y por otro *El Terrible*, que cuando llegaron a conectarse constituyeron un único conjunto urbano denominado *Pueblonuevo del Terrible* (con unos 3000 hab. en 1881). Más adelante, esta población se fusionó con la aldea de Peñarroya, y recibió la denominación de Peñarroya Pueblonuevo que conserva en la actualidad.

En estas notas no puede obviarse -junto a la ya apuntada apertura de los ferrocarriles- la trascendencia que habría de tener la promulgación del *Decreto Ley de Bases de 1868*, que propició las inversiones foráneas en el campo de la minería. Esto hizo posible la creación de la SHMB y de su sucesora, la SMMP quien habría de ser la verdadera protagonista de la evolución minero-industrial, económica y social de los territorios de que se trata, hasta entonces lugares solitarios de Sierra Morena Central.

La flamante *Sociedad de Peñarroya*, patrocinada por la *Banca Rotbschild*, dispuso en la práctica desde su fundación diversas minas metálicas en la región, además de no pocas concesiones de carbón en la cuenca del Guadiato.

DESARROLLO DE LA SMMP EN EL SIGLO XIX (1881-1893)

Los años que siguieron de inmediato a la fundación de la *Empresa* fueron más que difíciles: la producción de las minas metálicas -concentrados de galena- y de la fábrica metalúrgica -lingotes de plomo y plata- no era lo que en principio se podía esperar. Además, las cotizaciones del plomo cayeron en el año 1882 por debajo de las 10 £, lo que unido a otras dificultades surgidas en relación con las reservas de mineral, no posibilitó el pago de dividendos durante tres años seguidos.

Ante estas contrariedades, *La Peñarroya* se vio abocada a la necesidad de obtener un préstamo de un millón de francos de la *Casa Rotbschild*, lo que le permitió prospectar y preparar nuevos yacimientos de galena. Pese a ello -en lo referente a la actividad en la decimonovena centuria-, puede decirse que, en general, las buenas bases financieras hicieron posible a *La Compañía* mantener una política expansiva.

En la reunión del año 1893 del Consejo de Administración de la -ya entonces muy poderosa- *Sociedad de Peñarroya*, junto al famoso economista Leroy-Beaulieu (quien, a la sazón, trabajaba para la *Banca Rotbschild*), par-

ticipó también José Canalejas y Casas, que ocupó los cargos de ministro de Fomento en 1888, de Hacienda en 1894 y de Industria en 1902, y también fue Presidente del Consejo de Ministros en 1910.

Durante la etapa correspondiente a los años finales del s. XIX, el plomo de la SMMP se "vendía" al ***Servicio de Metales de Rothschild Frères*** según las siguientes estipulaciones:

1ª- Que el precio se establecería de acuerdo con las cotizaciones de la Bolsa de Londres.

2ª- Que, en todo caso, el precio se afectaría de las deducciones siguientes:

a) 12 £ por tonelada inglesa -equivalentes a 5,436 kg- en el peso de la mercancía.

b) El 2,5% de descuento.

c) El 3,5% de prima por corretaje.

d) Un tanto alzado de 10 chelines por gastos de flete.

e) El 0,5% de seguro.

f) 20 ptas. por tonelada inglesa en concepto de costo de transporte de fundición a puerto.

El importe de la factura se abonaba entre el 5 y el 10 del mes siguiente al de producción, y la financiación de las operaciones corría a cargo de la *Banca Wesweiller et Bauer*, de Madrid.

El mineral de plomo que se fundía en la Planta de Pueblonuevo durante la primera etapa de su actividad procedía casi exclusivamente de yacimientos pacenses -Azuaga y Berlanga-. Después, *La Sociedad* adquirió diversas minas en las provincias de Córdoba y Ciudad Real -San Quintín-, todo ello acompañado de diversas campañas de investigación minera en los mismos territorios aludidos, en Castuera (Badajoz), y en otras comarcas españolas e incluso de Portugal.

La mejoría de la situación económica, que comenzó a notarse a partir de 1885, permitió dotar a las explotaciones de un moderno utillaje de trabajo, hasta el extremo de que puede decirse que en el año 1892 la perforación neumática estaba generalizada en las minas de la SMMP. Esta tecnología, que había sido introducida un año antes por *Peñarroya* en la zona de Fuenteobejuna (Córdoba), posibilitó un espectacular aumento de los rendimientos en lo concerniente al avance de las galerías de mina; ahora bien, tuvo como contrapartida el crecimiento de las afecciones por silicosis, mal que empezó a diezmar la población minera (especialmente en lo que a minas metálicas se refiere).

Para el año 1892, *La Compañía* mantiene en fase de exploración o explotación numerosos yacimientos filonianos de plomo, tanto en territorios de Ciudad Real como de Badajoz, mientras que en tierras cordobesas investiga *Los Eneros*, *Viñas Perdidas* y otros, todos ellos enclavados en el área occidental próxima a la localidad de Peñarroya.

DESARROLLO DE LA SMMP EN EL SIGLO XIX (1894-1900)

Pese a que en 1984 la SMMP cierra la fundición de plomo de Puertollano, la empresa continúa aplicando una política de adquisición de concesiones de minas metálicas. Como consecuencia -y con el fin de facilitar el transporte de las galenas hasta la fundición de Pueblonuevo-, *La Peñarroya* acomete la construcción de la línea de ferrocarril estrecho (métrico) entre Fuente del Arco, en Badajoz, y Peñarroya -de 68,028 km. de longitud-, el cual, pese a su inicial carácter minero, fue inaugurado con servicio de viajeros el día 23 de junio de 1895. El proyecto de esta línea ferroviaria había sido mucho más ambicioso que su realización, ya que en principio se había tratado de llegar con el tendido de la vía desde Peñarroya, siguiendo en dirección hacia poniente, hasta Río Tinto (Huelva), y por el este hasta Linares (posteriormente, ya en la siguiente centuria, se construiría esta línea hacia levante, más quedaría reducida al tramo Peñarroya-Puertollano).

En 1896 *La Sociedad* compra las minas de plomo *Margarita* y *Carmen*, situadas cerca de Peñarroya, en la primera de las cuales se habían alcanzado los 265 m. de profundidad con las labores de explotación.

A finales del s. XIX, *Peñarroya* tenía en actividad en la provincia de Córdoba 2 minas de plomo y una fundición,

4 minas de carbón y un ferrocarril. En Badajoz -zona de Azuaga- 4 minas de plomo, y otras 3 en Castuera; y en Ciudad Real, 5 minas de plomo además del ferrocarril de Puertollano a San Quintín. Con todo ello se va definiendo el núcleo industrial de Pueblonuevo mediante la instalación de un lavadero central de carbones (1899), una fábrica de briquetas y hornos de coque (1899); además una central eléctrica de calderas de vapor (1900) permitió iniciar la electrificación de las minas en los primeros años del s. XX.

Con anterioridad a la instalación de la Central Térmica de la SMMP, la energía que se utilizaba normalmente en todo el ámbito regional de la cuenca de Peñarroya-Belmez -tanto en minería metálica como del carbón- era la del vapor generado por el carbón explotado en la zona, y la electricidad se obtenía mediante dinamos.

Conviene precisar que -a excepción de las bombas de desagüe *Cornwall*, que fueron introducidas en 1870- cuando no sólo no se disponía de electricidad, sino que se carecía también de la fuerza del vapor, se usaban malacates en los pozos para sacar el producto y desaguar, así como barrenas de viento para perforar los barrenos, e incluso las cajas de clasificación mineralúrgica eran accionadas a mano, pudiéndose precisar que -en los lavaderos de mineral- alrededor de 1860 comienza en las principales empresas la sustitución de los artilugios movidos a mano (como cribas, rollos y rumbos) por los aparatos mecánicos de separación gravimétrica, lo que hizo posible mejorar tanto el rendimiento como la calidad de los concentrados de mineral.

La mecanización de las minas en la cuenca del Guadiato, iniciada en 1865 y generalizada en la década siguiente, permitió la explotación de importantes volúmenes de carbones durante el decenio 1870-80; pero, asimismo, se produce simultáneamente la modernización de la minería cordobesa del plomo (que comenzó cuando la *Banca Rothschild* adquirió las minas de galena de la zona en 1871).

En consecuencia de todo lo expuesto, al término del siglo XIX hay un millar de operarios que trabajan en actividades minero-industriales en el área de Pueblonuevo. La *Sociedad de Peñarroya* obtiene en el año 1899 como producción de sus minas 156.240 toneladas de carbón y 29.717 toneladas de concentrados plomo-argentíferos; trata metalúrgicamente 54.124 t. de concentrado, y obtiene 33.895 t. de plomo metal más 50.558 kg. de plata.

Pero hay que terminar diciendo que la gran expansión y desarrollo de la SMMP habría de tener lugar en el transcurso del siglo XX, concretamente en los años que van desde su mismo comienzo hasta el preciso final de la 1ª Guerra Mundial, período que escapa al motivo de la presente comunicación.

BIBLIOGRAFÍA

- **García García, L. (1979):** *Propiedad minera y compañías de la cuenca del río Guadiato.* Actas del Primer Congreso de Historia de Andalucía, Córdoba. Andalucía Contemporánea, siglos XIX y XX. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, vol. I, 529-562.
- **Guisado Velarde, J. (post. a 1978):** *Estudio de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya como modelo de inversión extranjera en Sierra Morena. Factores geográficos de medios de comunicación y legislación.* Inéd. 79 pp. Arch. Hernando, Peñarroya, 211.
- **Hernando Fernández, J.L. (2000):** *La comarca metalogenética de la cabecera del río Zújar. (Minería del plomo). Andalucía, España.* Actas del Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. V Sesión Científica. Linares (Jaén), SEDPGYM. IGME, vol. monográfico, serie Temas Geológico-Mineros. Madrid, pp. 207-217.
- **(2003):** *Mineralurgia y metalurgia no férrea en el sureste peninsular. Cartagena-Portmán-La Unión.* Actas del III Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. VII Sesión Científica. SEDPGYM. U.P. de Cartagena. IGME, Madrid, 10 pp.
- **Hernando Luna, R. (1956):** *Las explotaciones mineras de nuestra cuenca en el siglo XVIII... Cuenca carbonífera del Guadiato.* Rev. Peñarroya, ago. Peñarroya Pueblonuevo (Córdoba).
- **(1970):** *Bibliografía geológico-minera de la provincia de Córdoba.* Col. Memorias del IGME, t. 74 completo, 268 pp. Madrid.

- **(1979):** *Notas para un estudio socio-económico de la minería del plomo y el carbón en la provincia de Córdoba (1860-1914).* Univ. de Córdoba (UCO), Fac. de Filosofía y Letras. Curso Monográfico del Doctorado (1978/79), 39 pp. mecanografiadas. Arch. Hernando, Peñarroya, 232.
- **(1989):** *Aportación al estudio de la minería cordobesa. Explotaciones de plomo/plata, cinc y cobre (1850-1929).* Tesis doctoral, 3 vol. inéd., 1036 pp. Dir: Mª Dolores Muñoz Dueñas. Dpto. de Historia Moderna, Contemporánea y de América. Fac. de Filosofía y Letras, UCO.
- **(1991):** *El nudo ferroviario de Peñarroya Pueblonuevo.* Rev. Valle del Guadiato, 15 ago. 3pp.
- **(1992):** *La provincia de Córdoba, primera productora de mineral de plomo. Las minas de "El Soldado". Córdoba.* Boletín de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba (BRACC), 122, 65-74.
- **(1999):** *Evocación de una conferencia: La Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, una multinacional centenaria. Su protagonismo en el desarrollo de la minería y la industria cordobesa.* Actas del I Rencontre de Français "Cent Ans Après". Peñarroya Pueblonuevo (Córdoba). (Reseña-recensión de una conferencia homónima pronunciada por el autor, el 26-11-84, en el Aula Magna de la Fac. de Filosofía de la UCO).
- **Hernando Luna, R. y Hernando Fernández, J.L. (1997):** *Apuntes para el estudio de la minería del plomo en España: El Soldado, Córdoba.* Actas de la I Sesión Científica sobre Patrimonio Minero Metalúrgico (Almadén, 1996). Ed. de la Univ. de Castilla-La Mancha. Cuenca. Col. Ciencia y Técnica, pp. 177-181.
- **(1999):** *Minería metálica en Sierra Morena. España.* Simposio sobre Patrimonio Geológico y Minero. IV Sesión Científica de la SEDPGYM, Belmez (Córdoba). EUP de la UCO. Pp 266-281.
- **(1999):** *Estudios socio-económicos. La aportación trágica de los trabajadores al desarrollo de la minería en la provincia de Córdoba. Grandes catástrofes mineras (1854-1918).* BRACC, 136, 71-78.
- **(2003):** *La Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya. Su nacimiento, desarrollo y ocaso en Sierra Morena Central. Andalucía.* Actas del III Congreso de Historia de Andalucía, vol. 12. Andalucía Contemporánea, t. II, 159-171. Publicaciones de la Obra Social y Cultural de Cajasur. Córdoba.
- **(2003-2004):** *La Cuenca Carbonífera de Peñarroya-Belmez-Espiel (Córdoba). Reseña geológico-minera y corpus bibliográfico (I, II y III).* (I) BRACC, 144, 129-147; (II) BRACC, 145, 223-251; (III) BRACC, 146.
- **Mallada y Pueyo, L. (1889):** *Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez.* Bol. de la Comisión del Mapa Geológico, Madrid, Serie 2ª, vol. XXVI, pp. 1-80.
- **Malye, A. (s.d.):** *Cinquantenaire SMMP, 1881-1931.* «Peñarroya»-París.
- **Nadal Oller, J. (1978):** *Peñarroya, una multinacional de nombre español.* Rev. Alta Dirección, año XIV (ene-feb), 73-83. Barcelona. (Nº monográfico: "Las Multinacionales", 200 pp.).
- **Nieto Cumplido, M. (1964):** *Peñarroya. Historias de mi pueblo.* Inéd., 207 pp. mecanografiadas, (temática minera, 93-103). Arch. Hernando, Peñarroya, 248.
- **«Peñarroya» (SMMP). (1900):** *Memorias facultativas sobre las minas de Peñarroya y de Belmez.* Inédito. Pueblonuevo (Córdoba).
- **(1946):** Año en que se inicia la publicación. *Peñarroya. Bulletin de Liaison.* Publicación trimestral. Administration, 12 Place Vendôme, Paris. Imp. Paul Sergent, París.
- **«Peñarroya-España» (SMMP-E). (1981):** *Libro del Centenario.* Madrid. Ed. numerada, 759 pp.
- **Romero Atela, T. (1999):** *Inventario de Sociedades Mineras Cordobesas.* Actas de la IV Sesión Científica de la SEDPGYM, t. II, pp. 218-227. EUP de la UCO, Belmez (Córdoba).
- **Rumeur, J.Le. (1961):** *Peñarroya. Histoire de ses débuts et des ses principaux développements en Espagne.* París.
- **Segura y Gamboa, J. (1882):** *Memorias de las minas de la cuenca de Belmez, por el Ingeniero D. Juan Segura Gamboa.* Inéd. 86 pp. Arch. Hernando, Peñarroya, 272. (También como: *Reseña geológica de la cuenca hullera de Belmez y Espiel.* Córdoba, 15-11-1892, 92 pp. Arch. Hernando, Peñarroya, 74).
- **Wack, Nelly. (1966):** *L'histoire de Peñarroya.* Bulletin de Liaison, nº 52. 12 Place Vendôme, Paris.

Estudio de la minería industrial en la cuenca del Rumblar

A.A. Pérez Sánchez, J. Dueñas Molina, F. Contreras Cortés, A. Moreno Onorato, A. Jaramillo Justinico, J.A. García Solano, L. Arboledas Martínez y D. Campos López
antangel@telefonica.net

RESUMEN

Este trabajo pretende analizar la actividad minera industrial realizada en la cuenca del Rumblar, y que se desarrolló hasta la década de los años 70. Todo ello como continuación del laboreo de aquellos yacimientos explotados desde la Edad del Bronce.

Podemos afirmar que la minería contemporánea no explotó nuevos yacimientos, sino que recogieron el testigo de aquellos primeros pobladores, que se asentaron en este rico valle.

La minería industrial laboreó los minerales existente en la comarca: galena, plata, cobre. Estos últimos ampliamente apreciados por nuestros antepasados más lejanos.

Palabras clave: cobre, Edad del Bronce, minería industrial, plata.

ABSTRACT

This work want to analyse the industrial mining activity developed in the Rumblar basin until de 70th decade. All it like continuation works of those deposits exploted since the Bronze Age.

We can declare that the contemporary mining didn't operate new deposits, but it take the baton of those first settlers that occupied the valley.

The industrial mining worked the existing minerals in the area: lead sulphide, silver, cooper. These last, so largely aprecied by our further ancestors.

Key words: *coper, Bronze Age, industrial mining, silver.*

INTRODUCCIÓN

La cuenca del Rumblar formada por la áreas de afección de los ríos Pinto, Grande y Campana, recorre una amplia y bella zona de la estribación meridional de Sierra Morena, unidos en el Pantano del Rumblar, comenzaran su camino hacia el Río Guadalquivir en un único curso de agua que da el nombre a esta cuenca minera (Fig. 1).

Se encuentra ubicada en el denominado Distrito Minero de Linares-La Carolina (Jaén), explotado desde tiempos remotos y considerado como uno de los más ricos en mineral de plomo a nivel nacional e internacional, alcanzando su máximo apogeo a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX; época en la que llegó a ser el mayor centro productor mundial de este metal.

Baños de La Encina es la población más próxima al área en estudio, con unos 2.716 habitantes y extensión de su Término Municipal de 392 Km^2. Forma parte de la más arraigada historia de la comarca, como atestiguan sus importantes yacimientos arqueológicos: Peñalosa, Salas de Galiarda, La Verónica y Cerro del Plomo, entre otros. Todos ellos ampliamente relacionados con la actividad minera y la metalurgia.

ANTECEDENTES

En el verano de 2003, formábamos parte de un equipo de prospección multidisciplinar, integrado por arqueó-

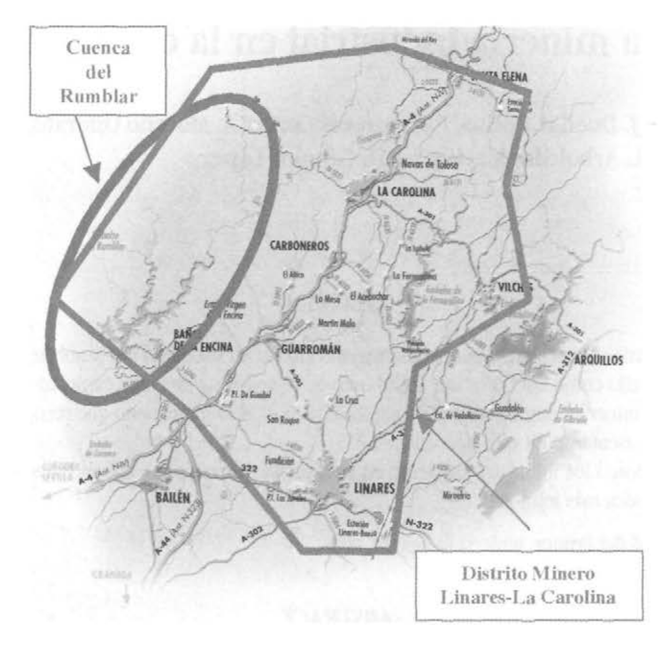


Figura 1. Situación del Distrito Minero Linares-La Carolina y la Cuenca del Río Rumblar.

logos de la Universidad de Granada, profesores de la Universidad de Jaén y algunos miembros del Colectivo Proyecto Arrayanes de Linares, cuyo objetivo era detectar sobre esta cuenca minera, explotaciones de mineral de cobre correspondientes a la Edad del Bronce, ya que los asentamientos citados y en particular el de Peñalosa, presentan una población ampliamente dedicada a la explotación de los recursos minero-metalúrgicos de este mineral.

La prospección permitió reconocer una extensa zona donde fueron localizados interesantes vestigios de minería antigua, coincidiendo la minería industrial objeto de esta comunicación, con zonas explotadas desde la más remota antigüedad. Podemos afirmar que no se han descubierto zonas de explotación nuevas y que los mineros de los siglos XIX y XX se limitaron a reconocer, profundizar y laborear, aquellos vestigios mineros que los pueblos antiguos explotaron, atendiendo a las limitaciones que la técnica del momento les imponía. El desarrollo del Distrito Minero esta enraizado con el avance tecnológico que el siglo XIX imponía a la sociedad, como fruto de la aplicación del vapor a la industria en general. Había comenzado la Revolución Industrial, y sería en una mina de la región inglesa de Cornwall, donde se desarrollaría la primera aplicación del vapor, sobre una máquina destinada a la extracción de agua. En 1849, en la ciudad de Linares, la empresa inglesa The Linares Lead Mining Company Limited, instalará la primera máquina de desagüe a vapor del Distrito en la Mina Pozo Ancho (Fig. 2), convulsionando la región minera gracias a los excelentes resultados obtenidos por la sociedad, el capital extranjero hará su presencia en la comarca y con él despegue definitivo de la actividad minera, hasta ese momento adormecida por la dificultad de la extracción del agua en los numerosos yacimientos mineros del Distrito.

LA MINERÍA INDUSTRIAL

En el Término Municipal de Baños de La Encina, se encuentran contabilizados 1208 Registros Mineros, siendo algunos de ellos de los más antiguos del Distrito, concretamente los demarcados en 1563, donde la Corona otorga a

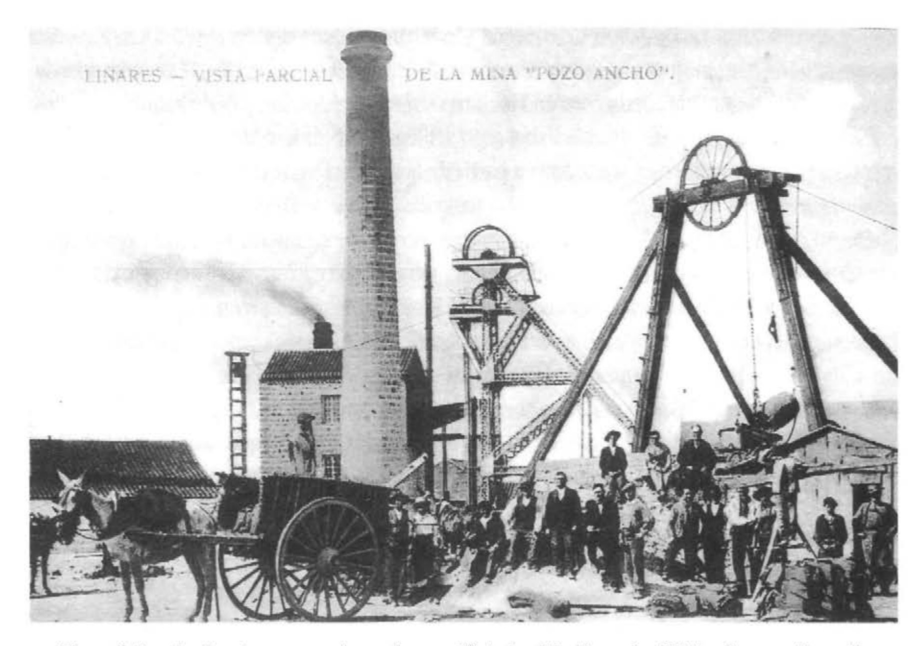


Figura 2. Pozo San Francisco perteneciente a la compañía inglesa "The Linares Lead Mining Company Limmed".

dos ciudadanos de esta población, una concesión para la explotación de mineral de cobre, proveniente de un filón que atravesaba la población.

La importancia del beneficio de mineral cobre durante el siglo XVI, era tan evidente que el Rey mandará construir una Casa de la Moneda para labrar en ella un millón de ducados de cobre, instalándose en la ciudad de Linares en el año 1691.

Durante el Siglo XVIII y XIX, la minería conocida en el Distrito se limita a pequeñas explotaciones, salvo las Minas de Arrayanes y La Cruz, que arrancan como grandes empresas en la comarca de Linares, las restantes realizarán un laboreo muy superficial, llegando hasta donde los malacates les permitían la extracción de agua, principal enemigo del minero. Esta cuestión es mejor solucionada en las explotaciones de Sierra Morena donde la morfología del terreno, permitía, como ya hiciese el pueblo romano, la realización de socavones para la evacuación por su pie del agua alojada en el yacimiento minero (Fig. 3).

La tecnología minera empleada en la zona es muy escasa, sobre todo en las pequeñas explotaciones, que reali-

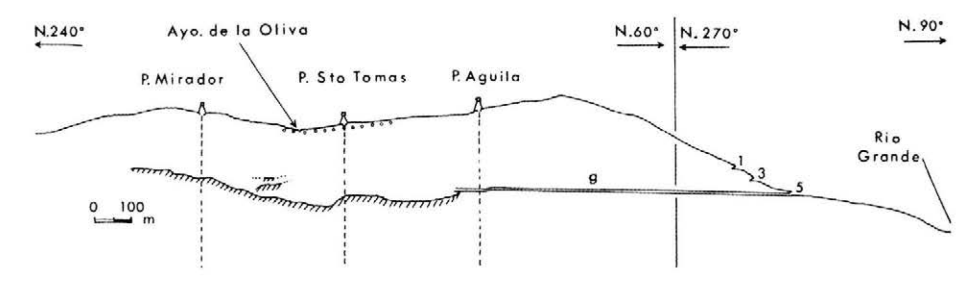


Figura 3. Sección de labores romanas y socavón Pelagindas.

zan un laboreo anarquico, realizando labores de rapiña y por tanto nunca obedeciendo a un plan establecido de aprovechamiento minero, esto motivará la escasa rentabilidad de las minas dedicadas a la extracción de mineral de plomo. Tanto el mineral como el agua existente en las minas son evacuados a través de zaques elevados por tornos de mano y en algunos casos por medio de caballerías, con artilugios mecánicos denominados malacates (Fig. 4).

Con la llegada de capitales extranjeros a la zona a partir de la instalación de la máquina de vapor en la Mina Pozo Ancho, y gracias también a las nuevas leyes mineras implantadas el 1848 y 1868, donde serán ampliadas considerablemente el número de pertenencias mineras solicitadas por personal extranjero, hacen su presencia en el Distrito las nuevas tecnologías mineras que precisan de un mayor costo de explotación, motivado por la compra de maquinaria importada desde Inglaterra. La producción aumenta considerablemente y con ella el ingreso sistemático del beneficio obtenido por el laboreo de las galenas del país. Esto determinará, lógicamente, que aquellas empresas que no se adaptan a los nuevos tiempos, terminan cerrando sus explotaciones, o en mayoría de los casos las pequeñas empresas son vendidas a los grandes explotadores, del Distrito. A modo de ejemplo de esta dinámica, ofrecemos datos del censo minero de 1888, donde aparecen 11 empresarios extranjeros que dominan un 38,19% de la producción del Distrito, frente a 69 nacionales con una producción del 61,8% (Fig. 5).

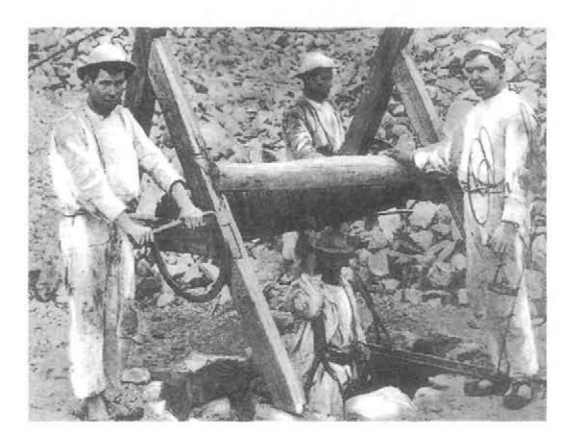


Figura 4. Malacate de caballerías. Torno de mano.



COMPAÑIA LA CRUZ
MINAS Y FUNDICIONES DE PLOMO
CAPITAL 2.000.000 DE PESETAS
OBLIGACIÓN Nº AL PORTADOR
DE 500 PESETAS

Figura 5. Obligación de la empresa francesa Compañía La Cruz.

RELACIÓN DE MINERÍA INDUSTRIAL EN LA CUENCA DEL RUMBLAR

MINA EL POLÍGONO. (COBRE Y PLOMO)

Denunciada por D. Manuel Palomo el 13 de marzo de 1866, en nombre de los empresarios linarenses Velasco y Hermanos. La petición consistió en dos pertenencias mineras, a las que reconocieron con el nombre "El Polígono", ubicadas en las proximidades de Baños de La Encina y calificada la zona como muy antigua por los propios denunciantes, que lo expresan así: "*... En este terreno existen escombreras y escarbaduras que por su irregularidad y profusión parecen de rebuscaderos o de mina muy antigua....*".

Un hecho curioso surgirá en torno al registro de la Mina El Polígono mientras que los denunciantes Sres. Velasco y Hermanos realizan la petición al amparo de la Ley de Minas de 6 de julio 1859, la cual le fue concedida y publicado el otorgamiento en el B.O de la Provincia con fecha 27/04/1866. La reconocida Sociedad Hijos de M.A. Heredia, también solicita la petición, estableciéndose un pleito que durará hasta el año 1883, en el que el Presidente del

Gobierno D. Práxedes Mateo Sagasta, resuelve en favor de la Sociedad Heredia, teniendo en cuenta para ello la Ley minera del sexenio liberal. Estos años perjudican notablemente el desarrollo de la actividad minera, no realizándose inversiones algunas en dicha explotación. Entre 1887 y 1890 la Sociedad Hijos de Heredia incrementa el área de explotación solicitando nuevas demasías al Polígono. En 1904 la Sociedad venderá la mina a la empresa The Spanish Lead Sepiolicate Limited, que la mantendrá en su poder hasta el año 1959 que pasará a manos de los Hermanos Souvirón Moreno, con poco desarrollo de actividad, culminará su historia minera el 15 de febrero en el año 1984, en que es caducada por falta de pago del canon de superficie. En el año 1912 hace su presencia en la zona, la sociedad francesa "Compañía de Águilas" solicitando las concesiones "Segunda Polígono" y "Tercera Polígono".

Todo este interés por una zona minera ampliamente explotada, desde la más remota antigüedad como lo atestigua los materiales encontrados en la zona: hoja de silex y martillo de granito, pero en la que no se realizarían grandes labores mineras, por ninguna de las empresas que acometieron su explotación. En esta mina se han documentado tres pozos maestro, uno de ellos con restos de casa de máquina de extracción, cabría simple tipo "polipasto", escombreras y varios socavones en torno a la rafa de gran dimensión con la que cuenta el criadero (Fig. 6).

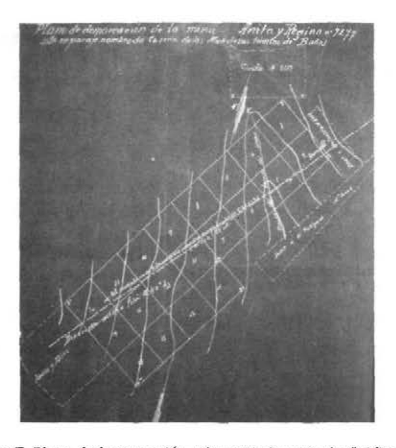


Figura 6. Mina El Polígono.

MINA ANITA Y REGINA. (PLOMO)

El filón de la mina El Polígono tendría su continuidad en la mina Anita y Regina (Fig. 7) yacimiento que con una corrida de unos 1.400 m de longitud y sobre los que se demarcaron 20 pertenencias mineras con el citado nombre. El denunciante era un comerciante dedicado a la venta de tejidos y sombrerería, en la ciudad de Linares, llamado D. Francisco Marín Ciudad-Real. La mina es demarcada el 23 de julio de 1904, aunque en noviembre de 1906 aumentará el criadero denunciando la Demasía a "Anita y Regina", que continuará con la petición de la concesión "Amelia y Alicia" en el año 1911.

Estas minas forman el Grupo Minero denominado "Las Marquesas". El laboreo efectuado sobre ellas es muy limi-



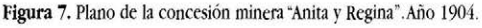


Figura 7. Plano de la concesión minera "Anita y Regina". Año 1904.

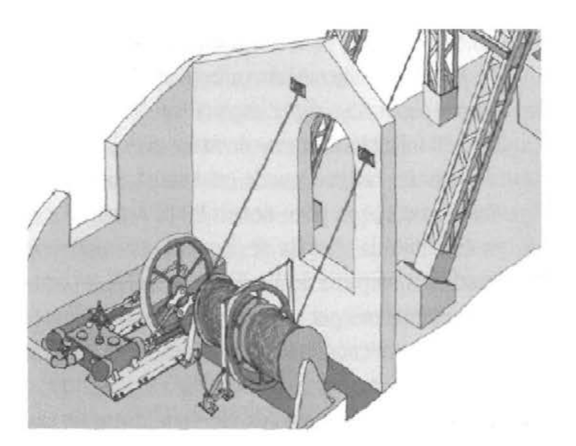


Figura 8. Casa de máquinas a vapor.

tado llegando a la profundidad de unos 50 m. Según una memoria realizada en Linares con fecha 22 de noviembre de 1922, el yacimiento disponía de *"...tres pozos maestros de grandes dimensiones, mamposteados, en buen estado y una infinidad de pocillos, que en su mayoría fueron hechos de los antiguos. Estas labores están dentro de la concesión de Anita y Regina"*. Los pozos maestros se realizaron entre los años 1908 y 1914 durante el período de arrendamiento que realiza su propietario con la Sociedad Minera "Los Amigos". En uno de estos pozos se instalaría una máquina de 40 caballos de fuerza, con caldera, (Fig. 8) este pozo disponía de una cabría completamente nueva, de madera, y su guionaje correspondiente de este mismo material hasta la profundidad de 65 m., que tenía dicho pozo, el cual se encontraba en el centro de la concesión minera. La anécdota de esta declaración de instala-

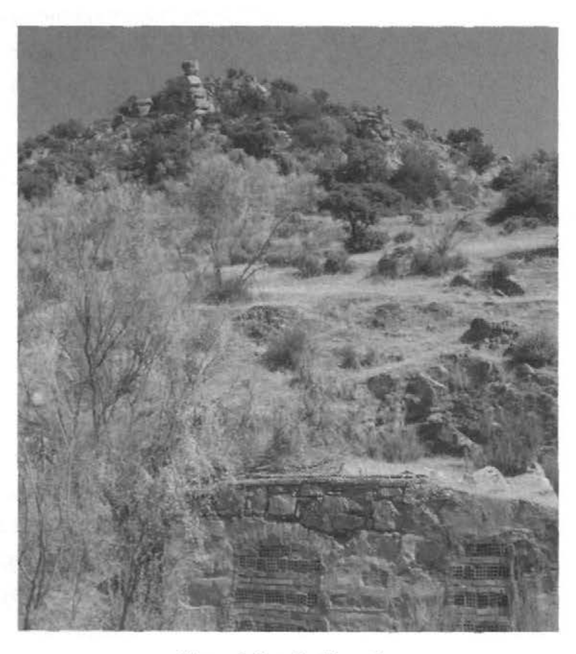


Figura 9. Entrada al Socavón.

ciones era el que la maquinaria se ofertaba completamente nueva, ya que la sociedad propietaria había parado lo trabajos por disgustos producidos entre los socios. La producción a la que hace referencia el informe, era de unos 3.000 a 4.000 quintales, antes de las nuevas instalaciones.

MINA EL GATO NEGRO. (COBRE)

Totalmente relacionada con las antiguas explotaciones romanas de Salas de Gallarda, se encuentra situada en el paraje llamado Salida de la Dehesilla, fue demarcada el 15 de febrero de 1872, siendo el peticionario del registro D. Ramón de Medinilla y Orozco. El mismo peticionario relata su imbricación con las minas romanas *".....lindando dicha vereda a poniente con trabajos antiguos llamados Alas de Gallardas..."*. La mina fue caducada en 1877.

Años más tarde la Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya, realizó una investigación con la finalidad de reconocer en profundidad el filón de cobre explotado por los romanos en la rafa de Salas de Gallarda. Profundizó un pozo maestro hasta los 90 m y realizó un socavón traviesa con 700 m de longitud (Fig. 10), que horadó con el citado pozo. Este socavón reconoció cinco filones de escasa potencia y ausentes de mineral. La sociedad minera no culminó su investigación, cediendo la propiedad al Ayuntamiento de Bailén, que lo emplea como abastecimiento de agua potable a la ciudad (Fig. 9).

En la actualidad ha desaparecido la escombrera de la mina quedando solamente las edificaciones de oficinas y los accesos del socavón que se encuentran cegados por el uso actual que se hace del mismo.

LAS MINILLAS. (PLOMO)

Situada en la zona conocida como el Retamón, es la mina del entorno más inmediato al Pantano, con mayores

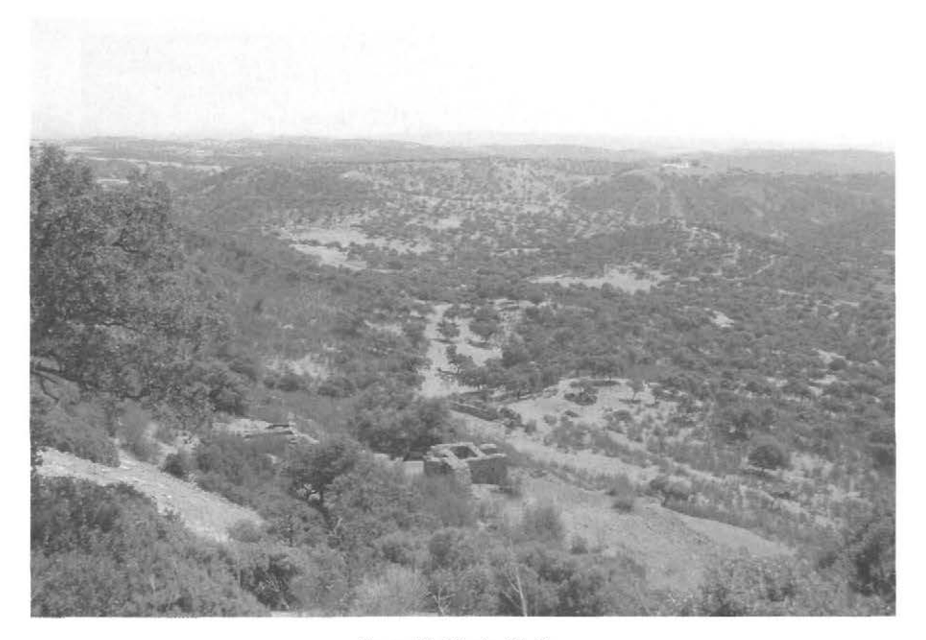


Figura 10. Mina Las Minillas.

indicios de minería industrial, ya que casi la totalidad de los restos mineros situados en las proximidades de ésta, tienen un carácter de investigación primaria. Las Minillas dispone de un pozo maestro con amplios contrafuertes y apoyos para cabria castillete, escombrera de pizarra vertida junto al pozo y restos de una casa de máquinas de vapor, oficinas y alberca (Fig. 10). En la ladera norte se encuentran distintas rafas, pocillos de reconocimiento y de ventilación de las labores existentes en el yacimiento.

MINA VIRGEN DE ARACELI. (PLOMO)

Situada en la Dehesa de Las Belmaras, fue demarcada el 4 de octubre de 1872 por D. Lucas Guillen y Púger. En 1897 se hace cargo de la mina la Sociedad Buena Amistad, con el objeto de la explotación del las minas Virgen de Araceli, Te Veo y La Recompensa. En 1887 la compañía francesa La Cruz, adquiere las explotaciones de esta sociedad, pasando a formar uno de los grupos mineros más importantes de la Compañía denominado "Virgen de Araceli" (Figs. 11 y 12).

Esta explotación sería tristemente recordada por el accidente acaecido en el Pozo nº 7, cuando el 5 de enero de 1921, se produjo un incendio que acabo con la vida de 44 mineros, este accidente habría de ser el más luctuoso en la larga historia del Distrito Minero Linares-La Carolina (Fig. 13).

En estas explotaciones se conservan los únicos castilletes metálicos de esta cuenca del Rumblar, concretamente en los Pozos San Agustín (Fig. 14) y Monteponi (Fig. 15).

MINA LA REFORMA. (PLOMO)

Demarcada el 20 de enero de 1873 con el nombre de La Reforma, siendo el demandante del registro D. Mateo



Figura 11. Virgen de Araceli.

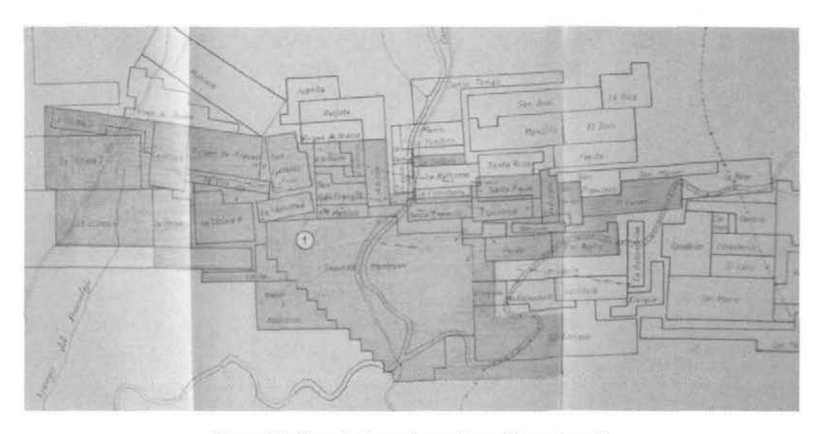


Figura 12. Plano de Concesiones Grupo Minero Araceli.

de Campos. La mina solicitada con anterioridad recibía el nombre de San Carlos 1ª y 2ª y era propiedad de D. Antonio Leiva García, que a su vez le había sido concedida el 7 de Junio de 1864. Ante la inactividad de la mina y en base a la Ley de minas de 1869, Mateo Campos denuncia el abandono de labores y la solicita con el nombre por el que ahora se la conoce (Fig. 16).

Esta mina la compone un conjunto de edificaciones de magnifica planta elaborados con pizarra de la zona y ladrillo visto de color rojo, que imprime un espectacular diseño arquitectónico, en uno de los parajes más bellos de la comarca.

La mina cuenta con tres pozos principales denominados: Viejo, Nuevo y Ferris. Entorno al Pozo Viejo se encuentra una casa de máquinas a vapor y casa de calderas anexa, habiendo albergado en ella maquinaria construida en la



Figura 13. Casa de Máquinas Pozo nº 7.



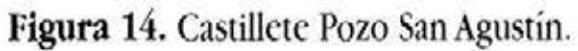


Figura 14. Castillete Pozo San Agustín.



Figura 15. Castillete Pozo Monteponi.

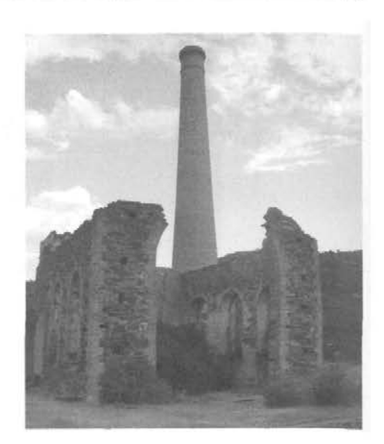


Figura 16. P. Viejo. La Reforma.

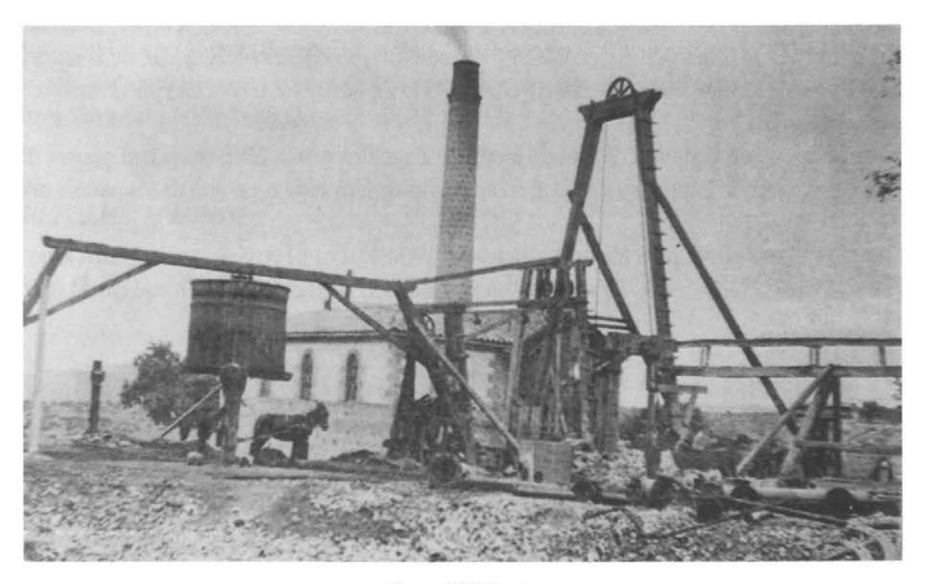


Figura 17. Malacate.

Fundición de la Constancia de Linares en el año 1887, que con fecha 27 de marzo de 1929 aún seguía funcionando, según un informe de la época. El conjunto lo componen: oficinas, casa de dirección, casas de empleados, alberca, polvorín, etc.

Hemos localizado los restos, totalmente visibles, de un malacate instalado en uno de los pozos auxiliares de la mina, muy parecido al que representamos en la figura 17.

MINA LOS CURAS. (PLOMO)

Conocida con el nombre de Los Curas, y situada sobre las concesiones mineras: Ampliación a Mª Pilar y La

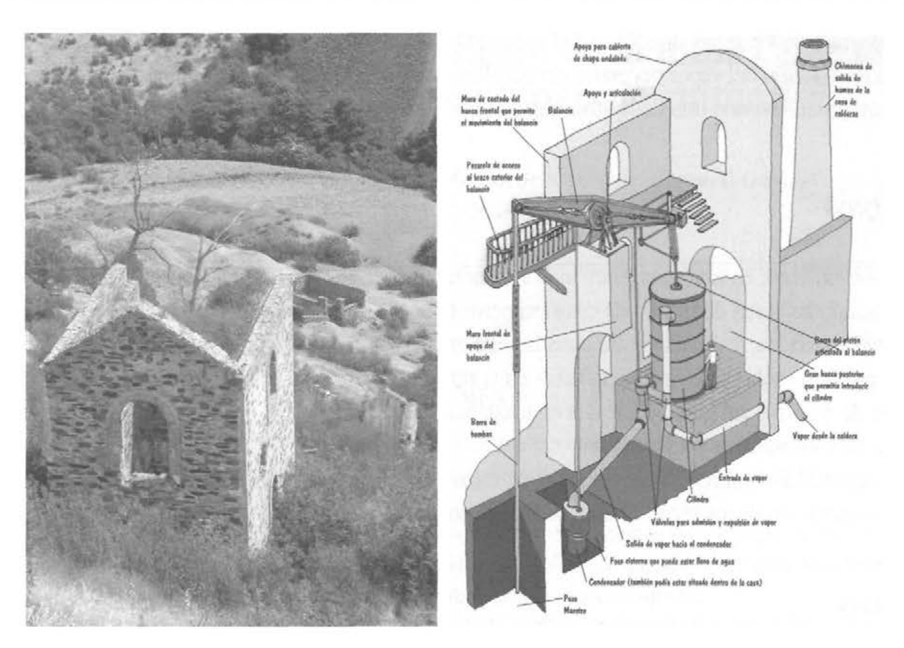


Figura 18. Casa Cornish e interpretación de las instalaciones de bombeo.

República, explota la continuidad de los filones Culebrina y El Soldado. Los restos existentes de sus antiguas instalaciones se encuentran diversificadas a media ladera entre el Río Grande y el poblado de la mina. Consisten en: Socavones, chimenea, restos de un "Rumbo", plataforma de cable aéreo, poblado minero, talleres, edificios auxiliares y una casa para máquina de bombeo de tipología Cornish, que disponía de los elementos necesarios para la extracción de agua de la mina, tal y como se muestra en la figura 19. Asociado a este edificio se encontraba la sala de cal-

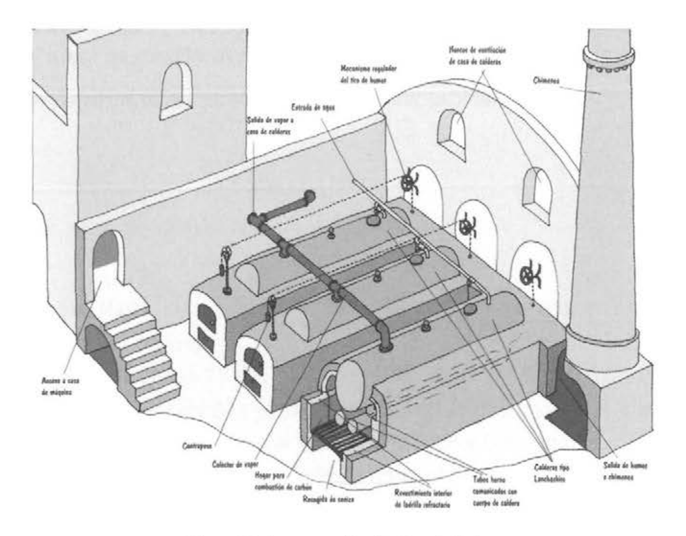


Figura 19. Interpretación de Casa de Caderas.

deras, que albergaba los hogares donde ardía el combustible, leña o carbón, y de las calderas donde era calentada el agua para la producción del vapor necesario para la alimentación del cilindro de la bomba. Edificio que se encuentra en perfecto estado, siendo uno de los tres que aún quedan en pie, en esta zona de Sierra Morena.

CONCLUSIONES

La relación existente en esta zona, entre indicio minero y minería antigua, puede considerarse como cierta, para seguir localizando las zonas de trabajo de estos primeros mineros, es preciso seguir la pista de los registros solicitados en los siglos pasados, realizando entre otras las siguientes propuestas de actuación:

- Estudio profundo sobre los registros mineros en la zona (1208), análisis de cada uno de ellos y confeccionando un mapa de registros antiguos solicitados en la cuenca.
- Mapa de indicios mineros prehistóricos.

Ello nos ayudará a comprender la movilidad de estos pueblos así como las áreas de afección territoriales, respecto de la explotación de los recursos minerales de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- **Archivo Histórico Provincial:** *Documentación de Jefatura de Minas de Jaén, registros de minas de Baños de La Encina.*
- **Colectivo Proyecto Arrayanes:** Archivos de planos y documentos de minas propios de la Asociación.
- **Contreras Cortés, F. (Coord.):** *Proyecto Peñalosa. Arqueología, Monografías 11. Consejería de Cultura. Sevilla 2001*
- **Contreras Cortés, F. y otros:** *Prospección arqueometalúrgica en la cuenca alta del río Rumblar. Anuario Arqueológico de Andalucía. Sevilla 2003.*
- **García-Loygorri, A.:** *La minería del plomo en Linares. Economía Industrial, nº 236. Ministerio de Industria y Energía. Madrid 1984.*
- **González Llana, E.:** *El plomo en España. Madrid 1949.*

El magnífico paisaje subterráneo de la mina Consuelo, Chinchón (Madrid): un paisaje cultural

O. Puche Riart*, I.F. Mazadiego Martínez*, L. Jordá Bordehore* y D. Carvajal García**
*E.T.S. de Ingenieros de Minas-Universidad Politécnica de Madrid.
**SEHA.
opuche@dinge.upm.es - lmazadiego@dermos.upm.es - luis_etsim@hotmail.com - ayarzag@platea.pntic.mec.es

RESUMEN

La mina Consuelo, Chinchón, constituye uno de los más bonitos paisajes subterráneos de la Comunidad de Madrid. Su génesis es artificial, se debe al laboreo de minas, por tanto constituye un paisaje cultural (cultural landscape) según la definición UNESCO de 1992 (PUCHE RIART, 2004).

En el marco del Proyecto de Investigación de la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid:"Arqueología Industrial: Conservación del Patrimonio Minero-Metalúrgico madrileño (III)" hemos querido incluir entre los bienes patrimoniales inventariados al paisaje minero de mina Consuelo, por su singularidad y espectacularidad.

No sólo describimos aspectos estéticos, sino también la historia, técnicas productivas y demás valores patrimoniales que consideremos de interés.

Palabras clave: Comunidad de Madrid, minas, Patrimonio Minero, sulfato sódico.

ABSTRACT

The Consuelo Mine, located in Chinchón is one of the most beautiful subterranean landscapes in the Community of Madrid.As it has an artificial origin, due to the mining workings, it must be named as a Cultural Landscape, according to UNESCO's definition. This research has been developed within the framework of a project granted by the Council of Education and Culture on the Community of Madrid. The name of the research project was: Industrial Archaeology: Preservation of the Mining and Metallurgical Heritage in Madrid (3rd part). We include Consuelo Mine Cultural Landscape because it is spectacular and original.We not only describe the esthetical aspects but also the history, production techniques and other heritage values which we consider as relevant.

Key words: *Community of Madrid, mines, Mining Heritage, sodium sulphates.*

ACCESOS

Desde la carretera de San Martín de la Vega a Morata de Tajuña, justo tras cruzar el puente sobre el río Jarama, parte por la margen izquierda del río, junto al cauce y hacia el Sur, una pista terrera, de las utilizadas para la extracción de áridos en los numerosos areneros locales. Antes de cruzar el Arroyo de la Marañosa vemos el emboquille de una mina de sulfato sódico sobre los escarpes yesíferos, cuyo nombre desconocemos, aunque es muy posible que sea la de la Compañía Francesa (fig. 1). Por fin, tras superar a la izquierda el Pingarrón, la senda abandona el valle, mientras que nosotros a mano derecha nos dirigimos hacia unos edificios marcados en el mapa topográfico, escala 1:50.000, como Casas de las Minas del Consuelo, aunque se nos antojan construcciones más modernas y de fines agropecuarios (fig. 2).

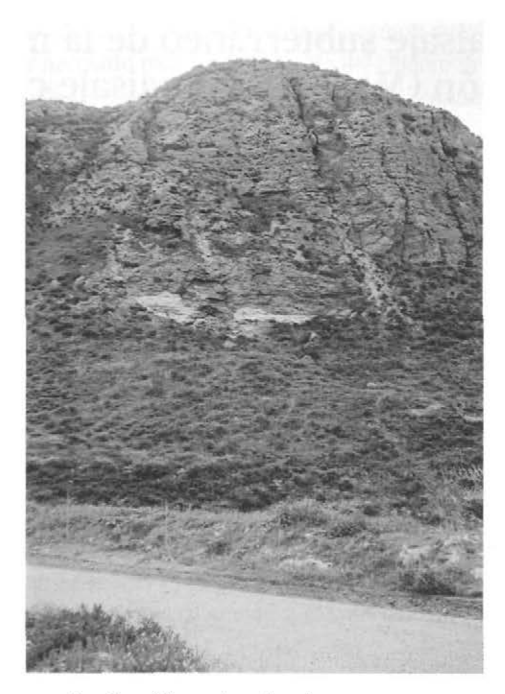


Figura 1. Afloramiento de una capa de sulfato sódico en la explotación que suponemos pertenecía a la Compañía Francesa.

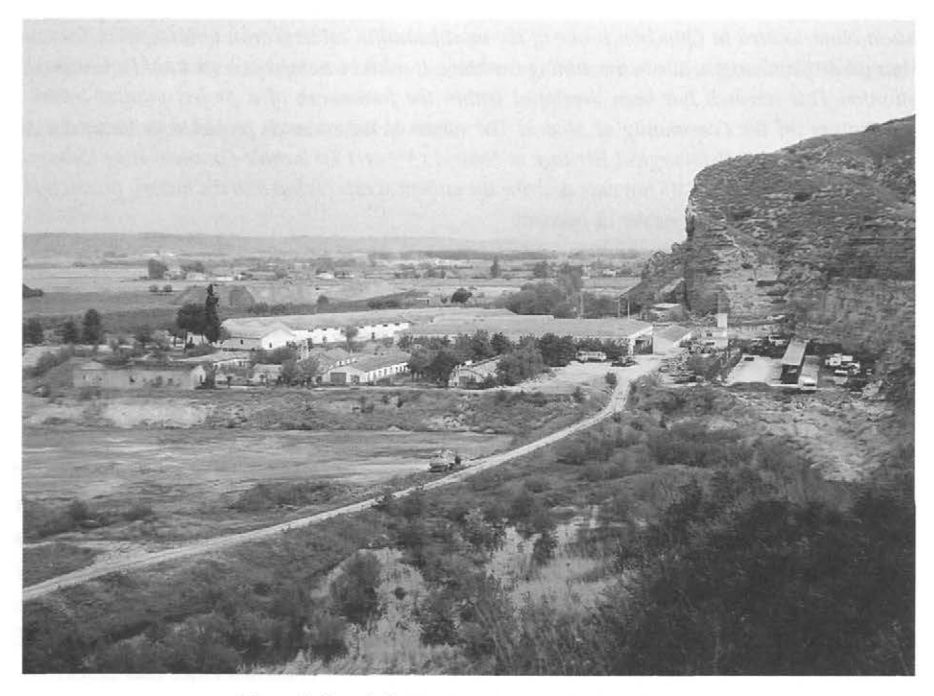


Figura 2. Casas de la Mina Consuelo, vistas desde las labores.

Frente a las casas hay una bocamina, a unos 6 u 8 m de altura (fig. 3). Más adelante, ascendiendo la empinada ladera, encontramos las ruinas de la que pensamos fue auténtica casa de las minas. Las paredes son de mampuestos de yeso y están cubiertas de revoco, pero sólo quedan algunos muros en pie (fig. 4). Un poco más arriba y hacia el Norte están las labores de la mina Consuelo, con sus grandes cámaras y pilares (figs. 5 y 6).

Estamos en una zona de minas de sulfato sódico, así, por ejemplo, algo más hacia el Sur y en los mismos escarpes del Jarama se encuentran las minas Protectora y Amparo, pero su acceso es más complicado. Para llegar a Protectora hay que circular por la cañada Galiana y aproximadamente 1 km antes de llegar a la carretera de Chinchón a Titulcia (antigua Bayona) hay que coger un camino descendente hacia las labores (donde observamos sólo dos bocaminas). También, como el caso de mina Consuelo, se explotó en su tiempo por cámaras y pilares, pero el volumen de mineral extraído fue de mucha menor entidad. Entre Consuelo y Protectora está mina Amparo, pero en ella, pensamos que por derrumbes, no se aprecian las excavaciones subterráneas.



Figura 3. Bocamina próxima a las Casas de la Mina Consuelo.

UN POCO DE HISTORIA

Señala el Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid AMALIO MAESTRE (1855) que: "Todo el mundo sabe la importancia que el *sulfato de sosa* tiene en la industria, empleándolo en su estado natural para la fabricación del vidrio y cristal, o bien transformándolo en *carbonato de sosa* o sea *sosa* artificial que usos tan multiplicados tiene; uno de ellos, tal vez el más importante, la fabricación de jabones de todas especies". También se consumía en la fabricación de vidrio.



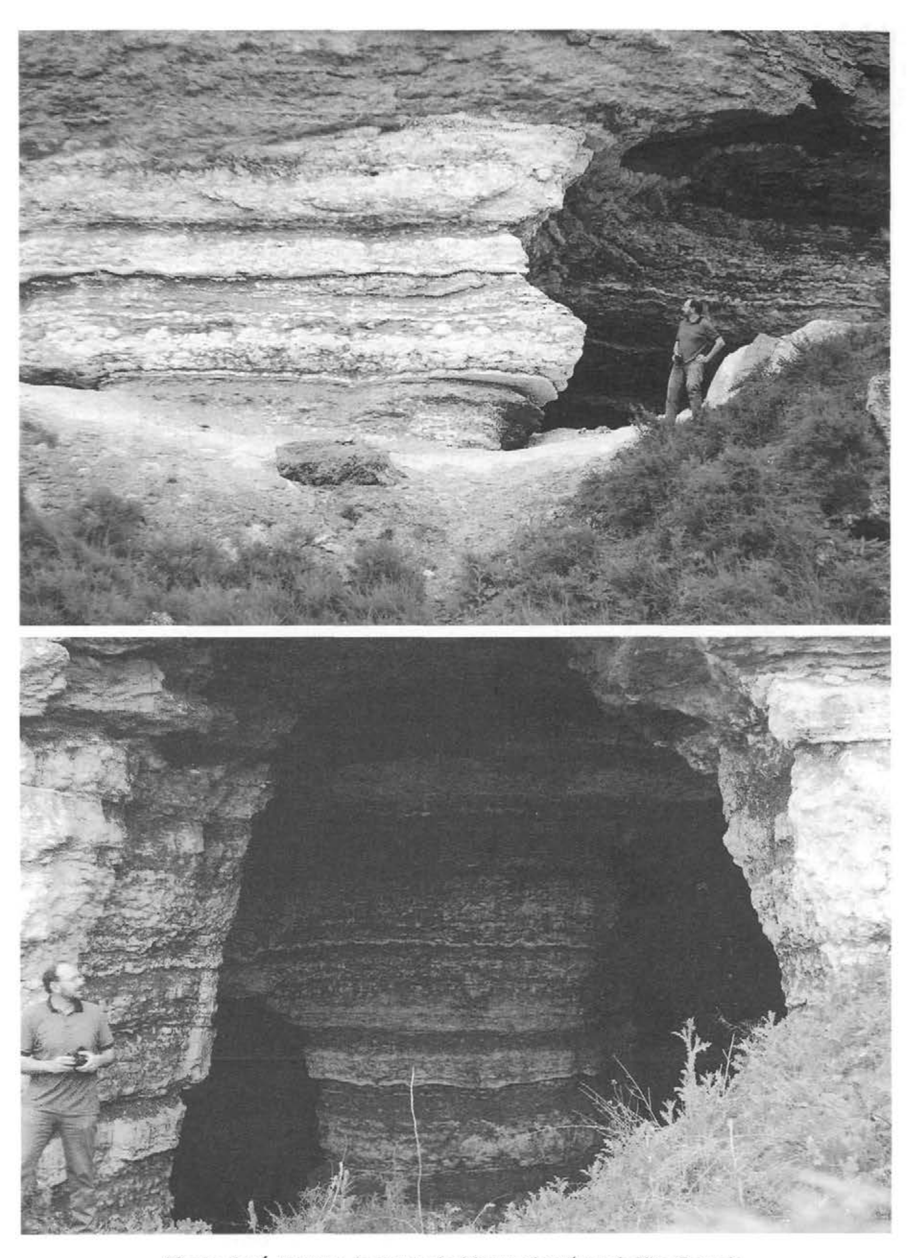
Figura 4. Ruinas próximas a las labores de Mina Consuelo.

Hasta entonces el sulfato sódico empleado en la industria del vidrio era la barrilla, obtenida por lixiviación de cenizas, procedentes de la combustión de plantas barrilleras. Destacaba la sosa o barrilla de Alicante (FERNÁNDEZ PÉREZ, 1998).

A mediados del siglo XIX se iniciaría la explotación de sulfato sódico de origen mineral en la cuenca miocena de Madrid. Entre los yesos de la Unidad Salina Central había capas enriquecidas en thenardita y glauberita. Según datos proporcionados por JOSÉ ALDAMA a la Revista Minera en 1850 sabemos que ya había explotaciones de sosa en los términos de Ciempozuelos, Chinchón, San Martín de la Vega y Titulcia, siendo "conocidas empresas del Amparo, Protectora, Consuelo y la Francesa, cuyo Director gerente es Mr. Guillard y que tienen grandes fábricas para la confección de la barrilla en notable escala, siendo uno mismo el criadero de todas ellas o sea una gran capa o banco cuyo espesor llega a 7 u 8 metros y de una extensión de 5 km en longitud, reconocida por labores hechas por otras empresas". Gracias a SERGIO YEGROS (1850) sabemos que el sulfato sódico era también un subproducto obtenido en las salinas de Espartinas, en Ciempozuelos, y en las de Carcaballana, en Villamanrique de Tajo. Asimismo AMALIO MAESTRE (1855) estudió los criaderos de Colmenar de Oreja para las sociedades Lemosina y Conservadora. Todo ello demostraba el interés que, a mediados del XIX, estaba despertando en la Sociedad este útil producto.

El ingeniero de minas SERGIO YEGRÓS en *Apuntes sobre salinas* (1850) comenta que JOSÉ DURO fue uno de los primeros en dar a conocer las aplicaciones del sulfato sódico en sus fábricas de jabón y vidrio de Aranjuez.

En la Revista Minera de 1858 leemos una noticia recogida de diversos periódicos: "Días pasados se verificó la inauguración de una fábrica de cristalización que la sociedad *El Amparo* (presidida por el Sr. BERNARDINI) ha hecho construir en las ricas minas de sulfato de sosa que posee, próximas a la estación de Ciempozuelos". Pero para acceder a las labores tuvieron que traer una barca, para cruzar el río Jarama. A estas instalaciones, junto a las labores (con sus evaporadores, caldera de vapor, cristalizadores, etc.), había que sumar la construcción de una fábrica, con su gran chimenea, en Valdemoro, para la elaboración de barrilla y carbonato de sodio.



Figuras 5 y 6. Aperturas de acceso a las labores subterráneas de Mina Consuelo.

En la zona suponemos que cada mina tenía su fábrica, por ejemplo en mapas topográficos antiguos hemos visto como junto a la estación de Ciempozuelos, justo donde hoy se ubica la abandonada fábrica de piensos de COCSA-PROVIMI (fig. 7), aparecía el toponímico fábrica de barrilla. Estas factorías aparecen por todo el Sur de la Comunidad de Madrid. BONA (1868 y 1869) describe estas industrias, señalando el número de obreros, máquinas de las fábricas y producción de Mina Consuelo, así como de otras empresas (Cuadro 1).

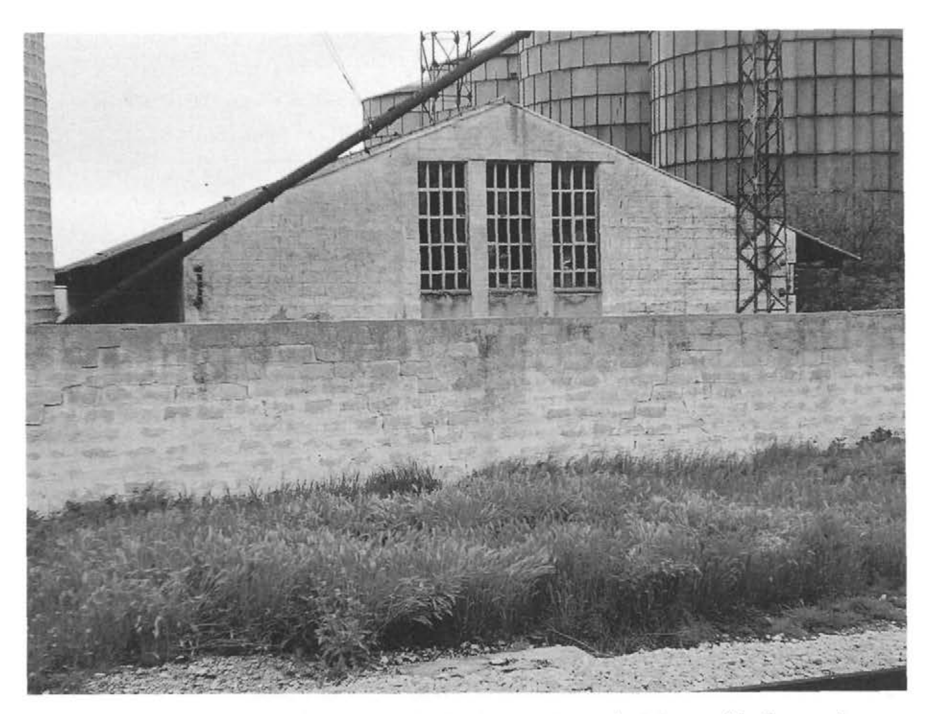


Figura 7. Empresa de producción de piensos abandonada, junto a la estación de ferrocarril de Ciempozuelos, donde antes se ubicaba una antigua fábrica de barrilla.

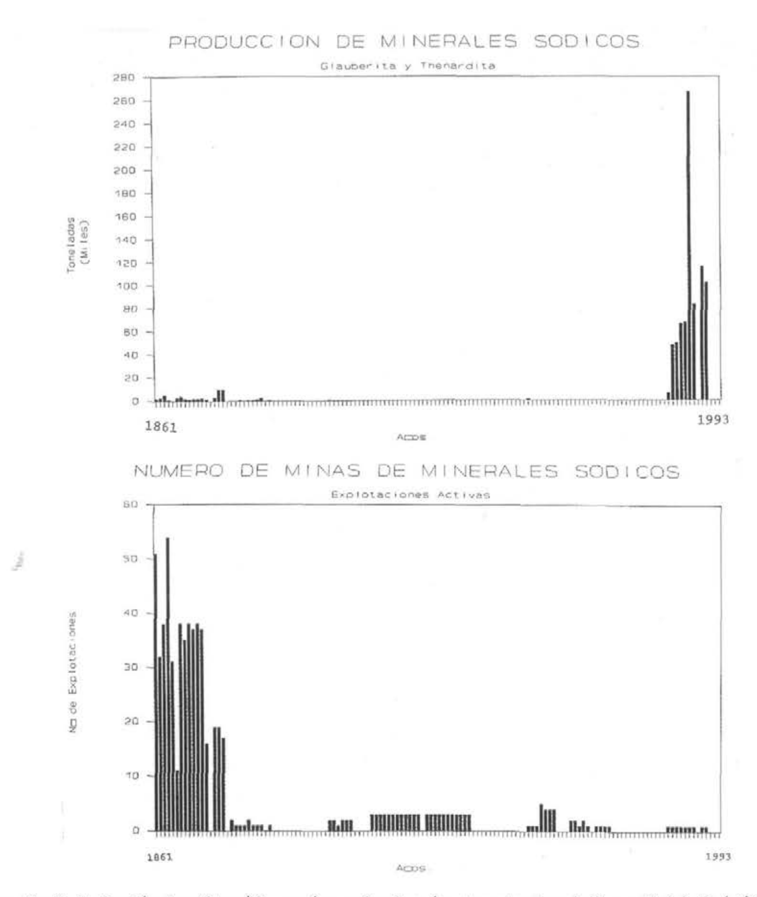
NOMBRE DE CADA OFICINA DE BENEFICIO, CON EXPRESION DE LA MINA QUE SE BENEFICIA.	Número de operarios.	MAQUINAS. Hidráulicas.	MAQUINAS. De vapor. Número.	MAQUINAS. De vapor. Fuerza en caballos.	CANTIDAD DE MENA BENEFICIADA. Quint. métr.	PRODUCTO OBTENIDO. Clase.	PRODUCTO OBTENIDO. Peso.
EN ACTIVIDAD.							
Fábrica de Bustarviejo para la pirita arsenical argentífera (1)...............	18	.	.	.	250	Plata con algo de cobre..	Kilógramos 53
El Consuelo, término de Chinchon, para sulfato de Sosa (2)...............	6	.	2	24	25.448	Barrilla.....	Quint. mét. 7.901
Fábrica de San Martin de la Vega, para sulfato de Sosa (3).......	46	.	2	36	5.000	Sulfato hidratado.	1.200
Amparo, término de Ciempozuelos, para sulfato de Sosa (4)...............	9	.	.	.	9.000	Idem.......	3.000
Fábrica de barrilla y jabon de Valdemoro, para sulfato de sosa anhidro (5).	18	.	.	.	3.200	Barrilla.....	3.750
PARADAS.							
La Protectora, término de Ciempozuelos, para sulfato de Sosa (6)..........	.	.	.	.	.	.	.
Fábrica de barrilla y jabon de Aranjuez, para minerales de sulfato de sosa (7).	.	.	.	.	.	.	.
TOTALES.......	97	.	4	60	42.898	.	.

(1) Esta fábrica consta de un horno de calcinacion, 4 toneles (de los que sólo han funcionado dos), y un molino de piedra vertical, todo movido por caballerías.
(2) Esta consta de 4 hornos para barrilla, 2 para desecacion, 15 cristalizadores, 25 maceradores, 2 eras, 2 aparatos de aguas madres y 2 cristalizadores.
(3) Consta de 4 eras para la desecacion.
(4) Idem de 2 eras para idem.
(5) Idem de 2 hornos dobles para barrilla y 2 molinos.
(6) Consta de 10 cristalizadores, un depósito de aguas madres, 25 cajones de disolucion, 4 charcones y 4 calderas pequeñas de palastro.
(7) Consta de 2 hornos para barrilla, 16 cristalizadores, un horno y 6 calderas para carbonato ó una era.
NOTA. Se han ocupado además en estas fábricas, 15 caballerías y 3 carros.

Cuadro 1. Relación estadística de oficinas de beneficio mineral existentes en la provincia de Madrid en 1868, según BONA, con relación a obreros empleados, maquinaria y producción.

Pero curiosamente a finales de los años 50 o principios de los 60 del siglo XIX vino la crisis. Señala NOMBELA (1994) que en la valoración que sobre el estado de la minería hizo el Jefe del Distrito Minero de Madrid en 1863 se afirma que dicha actividad se encuentra en plena decadencia desde cierto tiempo atrás". Asimismo, el Profesor de la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid, RAFAEL AMAR DE LA TORRE indica en Revista Minera de 1866 que las minas de sulfato de sosa "están amenazadas de una competencia ruinosa por los nuevos productos que la industria extranjera, principalmente la de Inglaterra, ha introducido en el mercado para reemplazar a las barrillas naturales y artificiales". Los ingleses gracias al procedimiento LEBLANC, donde en hornos de reverbero se hacía reaccionar a la halita (NaCl) con el sulfúrico (H_2SO_4) para obtener el sulfato sódico, habían bajado notablemente los costos de producción. Entre otras cosas por que disponían de combustible a bajo precio.

A esto se unía una crisis general, tal y como se recoge en la Revista Minera de 1868: "Las causas que motivaban, como se expresó en la memoria relativa al año 1864, la decadencia de la industria minera del distrito, continuaron en 1865 agravadas por la crisis monetaria y de salud pública (...). En la provincia de Madrid no quedan más que las minas de sosa de la márgen izquierda del Jarama en los términos de Chinchón, Ciempozuelos y San Martín de la Vega, y las de la derecha del Tajo, en término de Colmenar de Oreja. La sociedad que explotó estas últimas parece hallarse en disolución. Las de la izquierda del Jarama (donde se incluye mina Consuelo) se han trabajado, aunque muy débilmente".



Cuadros 2 y 3. Producción de sulfato sódico y número de minas de esta sustancia en la Comunidad de Madrid (1861-1993), según datos de la Estadística Minera (NOMBELA, 1994).

Una visión más optimista es aportada por BONA (1868 y 1860) al indicar la presencia en la margen izquierda del Jarama, en el mismo criadero, a las concesiones de las sociedades Compañía Francesa, Consuelo, Protectora y Amparo, señalando que: "Todas han establecido sus oficinas de beneficio, en su mayor parte con bastante acierto e inteligencia, consistiendo en hornos reverberos, hornos de desecación, cristalizadores, maceradores, eras y aparatos de aguas madres. Casi todos tienen sus máquinas de vapor, bastos almacenes y algunas, ferrocarriles de sangre para la conducción de sus minerales (...). Tal llegó a ser la importancia de la industria barrillera en esta provincia por el año 1865, que sólo en ella se gastaron en muy pocos años 1.600.000 escudos en las concesiones que se dieron, que comprendían 7.932.096 m^2 de superficie y sostenían a unas 250 familias". Sin embargo, prosigue después, esta importancia vino descendiendo gradualmente.

NOMBELA (1994) mediante un estudio profundo de la Estadística Minera señala que en la década de 1860-1870 hubo de media unas 37 explotaciones de sosa (en 1861 y 1864 se superó la cifra de 50), pero que en 1878 habían cesado ya todas ellas (en 1873 mermó ya muchísimo el número de concesiones) (Cuadros 2 y 3). Por todo ello pensamos que mina Consuelo estuvo activa, en sus primeros tiempos, unos 20-25 años.

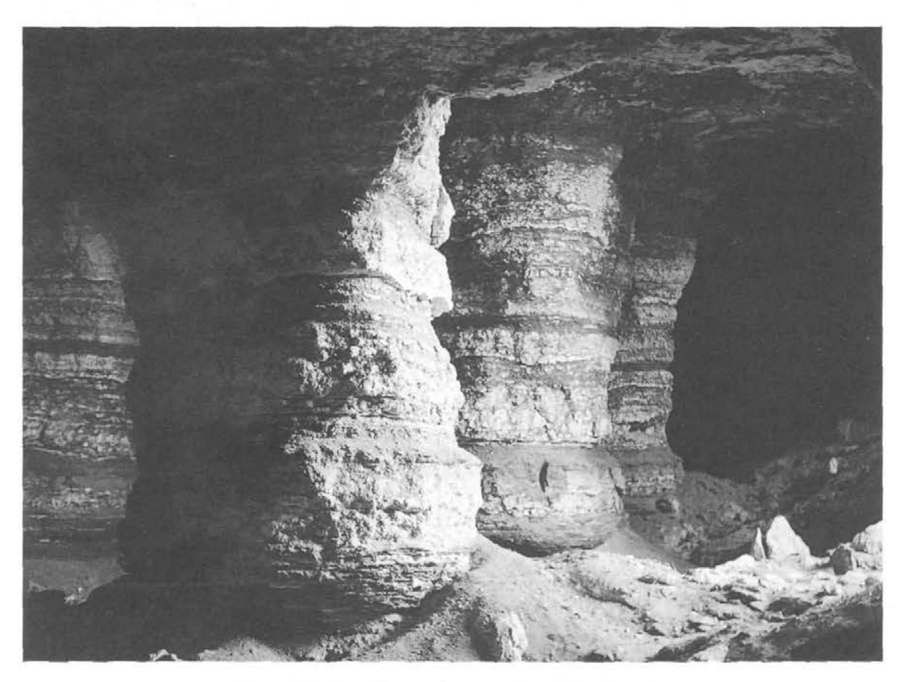
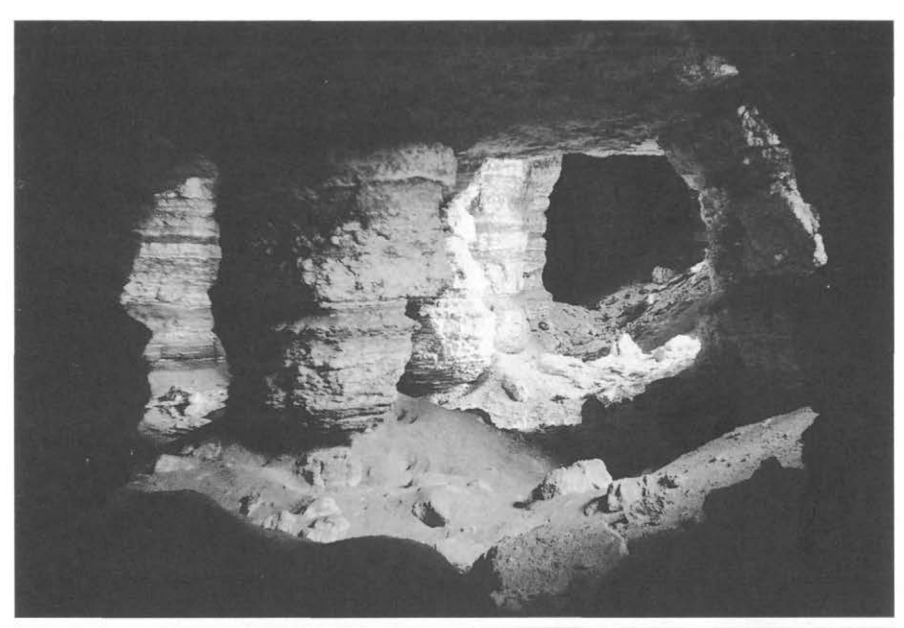


Figura 8. Explotación por cámaras y pilares, Mina Consuelo.

Entre 1884 y 1890 volvió a su actividad mina Consuelo; parece ser que en este último año caducaron por ley la mayor parte de las minas de sulfato sódico de Chinchón. La producción quedará paralizada de nuevo hasta 1902 (con la vuelta a la actividad en las minas Consuelo y Espartinas, añadiéndose en 1905 Elvira, sita en Ciempozuelos). En 1908 no hay producción de sulfato sódico en Madrid (NOMBELA, 1994). Entre 1914-1926 se menciona la existencia de tres minas, en nuestra Comunidad, pero ya no está la de la sociedad Consuelo entre ellas. Según la Estadística Minera de 1919: "La esperanza de actividad en la explotación de los criaderos de sulfato de sosa de Chinchón y San Martín de la Vega ha sufrido una nueva decepción porque la empresa en que aquellas podían fun-

darse con mayores motivos ha desplazado actuación a otras regiones de España que, al parecer, le ofrecen mejores auspicios". Señala PEDRO PÉREZ, Ingeniero Jefe del Distrito, en la Estadística Minera de 1921 que:"Los criaderos de sulfato de sosa (de Chinchón, San Martín de la Vega y Colmenar de Oreja), que han sido intermitentemente objeto de explotación en diferentes épocas, han quedado reducidas, por la paralización de los trabajos, a reservas mineras en espera de mejores tiempos".

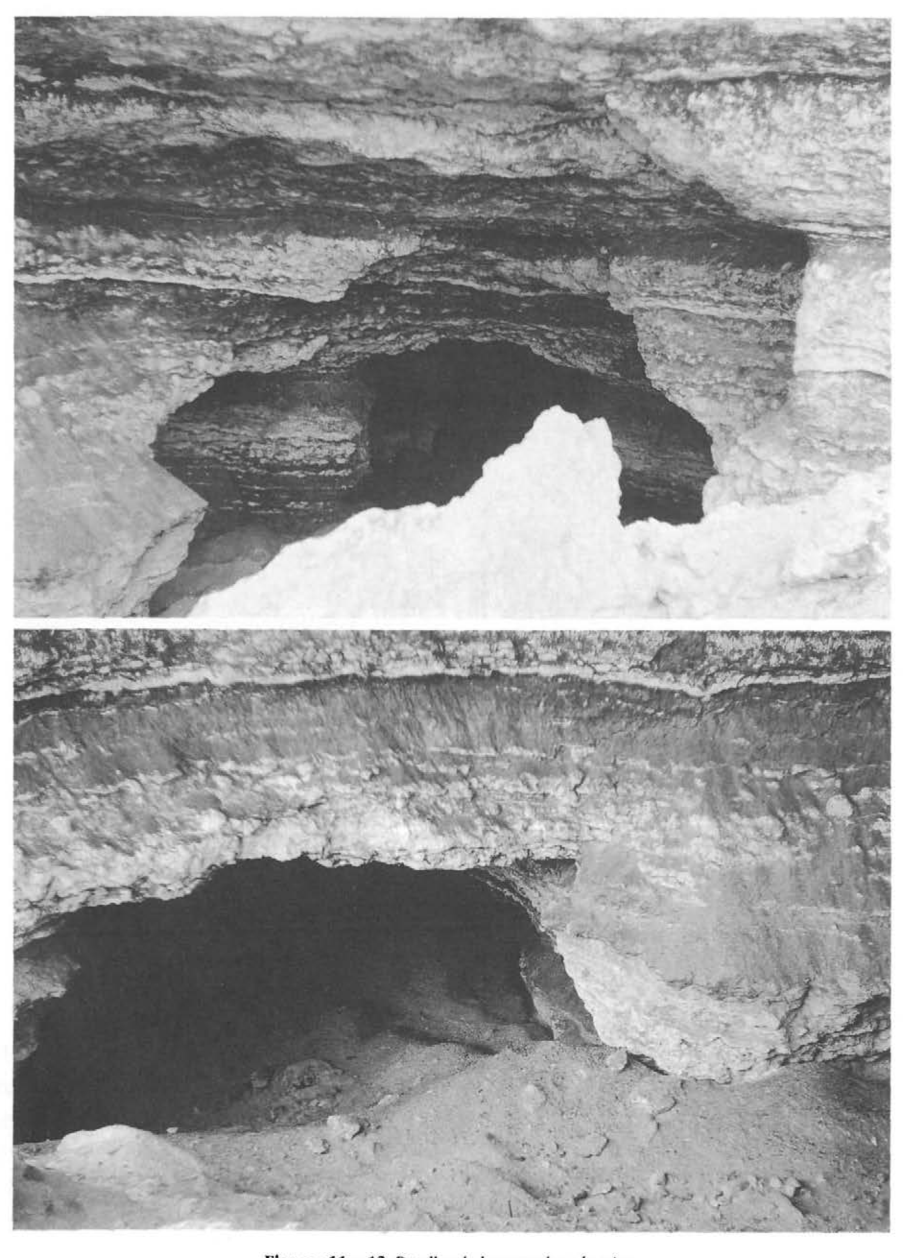




Figuras 9 y 10. Magnífico paisaje minero subterráneo, paisaje cultural de Mina Consuelo.

MÉTODO PRODUCTIVO

El criadero arma en una capa subhorizontal de gran potencia. El sistema de explotación es muy sencillo, consiste en el método de huecos y pilares (figs. 8, 9 y 10), cámaras que se conectaban mediante socavones de gran sección con el exterior (figs. 11 y 12). Pensamos que el mineral descendía desde la mina, situada en plena ladera, al



Figuras 11 y 12. Detalles de las entradas a la mina.

fondo del valle del Jarama, por gravedad gracias a una supuesta rampa ubicada al pie de los socavones. Desde allí se transportaría a la fábrica de disolución y cristalización (fábrica de sulfato sódico=barrilla). Posteriormente el sulfato pasaría a las fábricas de carbonato sódico (sitas en Aranjuez o Valdemoro).

El sulfato de sodio no aparece aquí sólo sino mezclado con yeso. Para obtenerlo puro hay que separarlos industrialmente. Pensamos que se disolvía el mineral en caliente, con vapor de agua (KINDELÁN y CANTOS, 1946), de ahí la necesidad de las calderas descritas. Posteriormente se aclaraban las lejías formadas, y cristalizaba el sulfato, que luego pasaba a secar. Señala AMAR DE LA TORRE (1866) que esta última operación "ha presentado grandes dificultades, por el crecido gasto del combustible". Según este autor a la operación de secado sigue la incorporación de esta sal con carbón y creta, para fundir la mezcla en hornos de reverbero, operación asimismo muy costosa. El producto obtenido estaba formado por carbonato sódico y otros compuestos, siendo remitido a vidrieros y jaboneros.

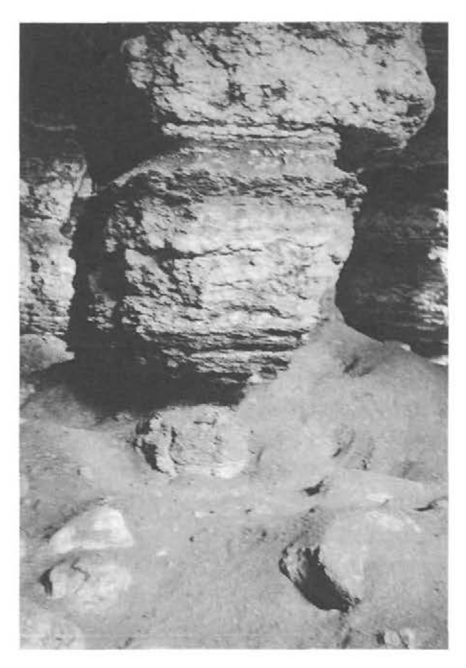


Figura 13. Socavamiento de los pilares, por su base, donde se concentra mayor humedad, lo que condiciona la estabilidad de la mina.

En la Revista Minera de 1868 se consideran otras dificultades, tales como las relacionadas con el transporte 1º) Por la distancia entre las minas y la estación de ferrocarril. 2º) Por tener que pasar vadeando el río Jarama, en algunas temporadas.

Sin lugar a duda de todos los problemas planteados el peor fue el precio del carbón de coque. Señala BONA (1868 y 1869) que en Ciempozuelos valía 22 reales el quintal, por ello: "Vieronse nuestros industriales en la necesidad de disminuir sus trabajos, limitándose sólo a conservar sus derechos en las minas, aguardando tiempos más felices". Según recoge NOMBELA (1994) en 1863, una tonelada de barrilla procedente de Gran Bretaña venía a costar 1084,75 reales de vellón, la misma cantidad procedente del valle del Jarama 1399, 85 reales de vellón.

Como vemos estamos ante el fin de una industria, aunque ya hemos visto como trató de remontar vuelo en algún otro momento.

CONCLUSIONES

Le explotación intermitente de sulfato sódico en la margen izquierda del río Jarama ha generado algunos huecos mineros de interés. El lugar más relevante lo constituye la mina Consuelo, en Chinchón. Pensamos que se trata de un precioso paisaje subterráneo, con notables valores ecológicos (p.e.: la anidación de aves).

Este paisaje cultural se ha preservado por su alejamiento geográfico, así como por tener acceso a través de una propiedad privada.

Es posible su musealización, sin embargo, habría que hacer profundos estudios de estabilidad del macizo rocoso. Se observa una meteorización de los pilares que podrían generar hundimientos (fig. 13). La hidratación/deshidratación de la thenardita/mirabilita es una de las causas de este proceso, también hay que considerar la solubilidad de las sales, cristalización mineral y otros fenómenos de alteración habituales.

En la zona se han descubierto algunas sales sódicas (por ejemplo, la thenardita en Espartinas y la glauberita en Villarrubia, según cita PRADO, 1864). Concretamente en mina Consuelo AREITO Y LARRINAGA (1873) describen un mineral nuevo, la ciempozuelita (que hoy en día se considera glauberita). Estamos convencidos que AREITO pensaba que mina Consuelo era Ciempozuelos en vez de Chinchón (pero nos falta un estudio para ver si ha habido algún cambio o modificación de los límites municipales).

BIBLIOGRAFÍA

- **Aldama, J. (1850):** Sustancias minerales más notables del distrito de minas de Madrid. Revista Minera, T. I, 168-172. Madrid.
- **Amar de la Torre, R. (1866):** Madrid, Ávila, Segovia y Toledo. Revista Minera, T. XVII, 140-141. Madrid.
- **Amar de la Torre, R. (1868):** Madrid, Ávila, Segovia y Toledo. Revista Minera, T. XIX, 377-378. Madrid.
- **Anónimo (1858):** Inauguración. Revista Minera, T. IX, 302-3003. Madrid.
- **Areito y Larrinaga, A. (1873):** Ciempozuelita. Nuevo sulfato de cal y sosa encontrado en la mina "Consuelo" (Ciempozuelos). Sesión de 3 de septiembre de 1873. Anales de Historia Natural, T. II, 393-396.
- **Bona, F.J. de (1868 y 1869):** Minas. En Anuario Administrativo y Estadístico de la provincia de Madrid para el año de 1868. Ed. Excma. Dip. Provincial. Oficina Tipográfica del Hospicio. Madrid. 457-463.
- **Fernández Pérez, J. (1998):** Revista Española de Historia de las Ciencias de la Naturaleza y la Tecnología/Spanish Journal of History of Natural Sciences and Technology, V. IV. 22 págs.
- **Kindelán, J.A. y Cantos, J. (1946):** Minería y canteras. En Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Explicación de la Hoja N° 606 Chinchón. Ed. IGME. Madrid. 25-27.
- **Maestre (1855):** Memoria sobre los terrenos de sulfato de sosa, situados en el término de Colmenar de Oreja, provincia de Madrid, dirigida al Sr. Presidente de las Sociedades Mineras Lemosina y Conservadora. Imp. de D. Alejandro Gómez Fuentenebro. Madrid.
- **Nombela, A. (1994):** Minerales sódicos. En Introducción a los minerales sedimentarios de la CAM: un enfoque multuimedia. Proyecto de Fin de Carrera E.T.S. de Ingenieros de Minas-Universidad Politécnica de Madrid, dirigido por OCTAVIO PUCHE RIART. Cfr. Págs. 154-166.
- **Pérez, P. (1919):** Madrid. En Estadística Minera. Ed. Consejo de la Minería. Madrid. 263-264. Cfr. Pág.-263.
- **Pérez, P. (1921):** Madrid. En Estadística Minera. Ed. Consejo de la Minería. Madrid. 309-315. Cfr. Págs.-311-312.
- **Prado (1864):** Descripción física y geológica de la provincia de Madrid. Ed. Junta General de Estadística. Madrid. Cfr. Págs. 146-147.
- **Puche Riart, O. (2004):** El patrimonio Minero-Metalúrgico español: Arquitectura y paisajes mineros. En Actas del IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. Ed. SEDPGYM y Ayto. de Utrillas. Teruel, 57-68.
- **Yegrós, S. (1950):** Apuntes sobre salinas. Revista Minera, T. I., 104-111, 129-152, 162-174, 197-204, 225-235, 257-267, 298-308. Madrid. Cfr. Pág.-198.

Ingenieros y técnicos españoles en la Exposición Universal de París de 1855: su papel y la impresión de la actividad minera y metalúrgica nacional[1]

Mª.F. Fernández Gutiérrez* y N. Blanco González**
*Pozu Espinos, Consultoría y Gestión Cultural.
pozuespinos@asturies.org
**Depto. Hª del Arte y Musicología, Facultad de Geografía e Historia. Campus de Humanidades de la Universidad de Oviedo.
noeazul17@hotmail.com

RESUMEN

El análisis de fuentes documentales y bibliografía especializada (en su mayoría foráneas) relativas a la Exposición Universal Internacional celebrada en París en 1855, la primera de las que con ese carácter tuvieron lugar en la capital francesa en la segunda mitad del fecundo siglo XIX, nos ha permitido ratificar la importancia del llamado "arte de minas y metalurgia": la industria extractiva ocupaba un lugar destacado en ese foro de la innovación, la educación y la técnica, que impulsaba la pujante burguesía gala. En ese panorama, la presencia española es interesante aunque poco conocida: expositores y productos denotan el tipo de actividad minero-metalúrgica nacional y su incipiente grado de desarrollo, tema que nos ocupará en otra ocasión, pero también nos interesa analizarla en relación con aspectos propios de la organización y gestión del evento. La ponencia recogerá esa compleja trama en la que situará las figuras de comisionados, jurados y otros protagonistas (ofreciendo sus reseñas biográficas y anotando sus competencias), en especial determinados ingenieros de minas y técnicos vinculados con esa sección, con el fin de contribuir al desarrollo de la historia de la industria minera española por el bies de los personajes y, cómo no, de la proyección en el extranjero de la misma en estos acontecimientos tan representativos como poco estudiados aún desde esta perspectiva.

La presente comunicación se inscribe en el marco del proyecto de investigación dirigido por el profesor doctor Javier Barón Thaidigsmann (Museo del Prado), titulado "La participación española en las exposiciones universales de París (1855-1900). Pintura, artes decorativas e industria", referencia MCT-00-BHA 0429-CO 401, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Palabras clave: biografías, Casiano de Prado, Cirilo Tornos, Exposición Universal París 1855, Frédéric Le Play, Guillermo Schulz, Minería, Ramón de la Sagra, siglo XIX.

ABSTRACT

The analisys of the documental sources and specific bibliography (mainly foreign) related to the 1855 Paris Internacional Exhibition, the first or that type held in the French capital in the second half of the 19th century has allowed ... the importance of the called "arte de minas y metalurgia" (art of mines and metallurgy): the extracting industry had an important place in that forum of innovation, education and technology supported by the powerful French burghers.

In that situation the Spanish presence is interesting though little known: expositors and products show the national type of mining and metallurgic activity and its incipient degree of development, a matter which we will deal with, as well as we will analyze it in connection with the proper aspects of the organisation and management of the Exhibition.

Our research will comment that net, situating the personalities of the commissioners, jurors and another protagonists, including biographic notes of them and pointing out their roles, specially certain mining engineers and professionals lin-

[1] La comunicación resulta del proyecto de investigación coordinado por el prof. Javier Barón Thaidigsmann (Museo del Prado), titulado "La participación española en las exposiciones universales de París (1855-1937). Arte, arquitectura e industria", dentro del subproyecto por él dirigido y desarrollado en el Depto. de Hª del Arte y Musicología de la Universidad de Oviedo, subtitulado "Pintura, artes decorativas e industria (1855 - 1900)". Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Ciencia y Tecnología, ref. MCT-00-BHA 0429-CO 401.

ked with that section, as a contribution to the development of the history of the Spanish mining industry by means of the profiles of their protagonists and obviously the foreign repercussion of it in those events so representatives but little studied from this point of view.

Key words: *biographies, mining engineers, mining professionals, 1855 Paris International Exhibition, Spanish mining industry in the 19th century and the same names.*

INTRODUCCIÓN

La definición y el éxito de las exposiciones universales del XIX son consecuencia directa de una sociedad europea burguesa y capitalista que en ellas se refleja y muestra sus discutibles creencias en el progreso técnico y social, en la competencia, en la enseñanza o carácter pedagógico, en el comercio y en la dimensión lúdica[2]. En ese contexto la naciente industria moderna adquiere el papel de protagonista, tanto en las galerías de máquinas como en las secciones de la llamada economía social, educando así en la cultura tecnológica y aleccionando a su dispar público. No es de extrañar, entonces, que España se sumara al floreciente movimiento participando en tales eventos y auspiciando sus propias exhibiciones[3]; sin duda, su faceta más relevante es la mostrada en el entonces llamado arte de minas y metalurgia, porque fuimos probablemente la potencia minera por excelencia en la Europa decimonónica[4].

Habiendo emprendido la búsqueda y análisis de fuentes documentales y bibliografía especializada[5] (en su mayoría foráneas) relativas a estos eventos, en el marco del proyecto de investigación mencionado más arriba, han quedado patentes esas señas de identidad desde la Exposición Universal Internacional celebrada en París en 1855 -la primera de las que con ese carácter tuvieron lugar en la capital francesa-. La interesante y hasta ahora poco conocida presencia española será abordada, en este caso, por el bies de los personajes vinculados a la actividad minero-metalúrgica nacional en su aún incipiente grado de desarrollo, de quienes exponemos una reseña biográfica (formación y experiencia) y su relación precisa con aspectos de representación, organización y estudio del evento.

APUNTES SOBRE LA CONVOCATORIA Y LA ORGANIZACIÓN EN LO TOCANTE A MINERÍA

La primera Exposición Universal de París surge de la convocatoria, por decreto, de una exposición de productos agrícolas e industriales el 8 de marzo de 1853. Otro decreto reguló la exposición universal de bellas artes, el 22 de junio de 1853[6]. Finalmente ambas iniciativas se unificaron y transformaron en ese evento de carácter internacional y de 2ª generación[7]; así arrancaron los preparativos no sólo en Francia, sino también en los distintos países que iban a participar atraídos por lo que se perfilaba como un acontecimiento de ámbito mundial.

[2] Como síntesis, puede consultarse Florence PINOT DE VILLECHENON, *Les Expositions Universelles*, Paris, Presses Universitaires de France (PUR), 1992 (collection Que sais-je?, nº 2659).

[3] José SIERRA ÁLVAREZ, "Aportación al estudio de las exposiciones industriales: la exposición nacional de minería (Madrid, 1883)", *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, Madrid, T. XXIV, 1987, pp. 253-266.

[4] Gérard CHASTAGNARET, *L'Espagne, puissance minière dans l'Europe du XIXè siècle*, Madrid, Casa de Velázquez, 2000.

[5] Se avanza en este sentido, como ejemplo de otros trabajos en esta línea, la obra de Miguel CALVO REBOLLAR, *Bibliografía fundamental de la antigua mineralogía y minería españolas*, Madrid, Libris, 1999.

[6] Alfred PICARD (dir.), *Exposition Universelle Internationale de Paris de 1889. Rapports de Jury International*, Paris, Imp. Nationale, 1890, vol. 18; "Exposición Universal de París en 1855", *Revista Contemporánea*, Madrid, Tip.-est. Perojo, 30 abril 1878, tomo XIV.

[7] Sigfried GIEDION, *Espacio, tiempo y arquitectura: el futuro de una nueva tradición* (1965), Madrid, Dossat, 1979, pp. 251-252.

Todos los productos remitidos para su exhibición fueron clasificados en ocho grandes grupos, a su vez cada uno dividido en clases y, dentro de cada clase, distribuidos en secciones, de forma que se determinaba no sólo la catalogación de lo expuesto sino también su ubicación dentro del registro; esto permitiría una mejor comparación, estudio o valoración de los productos. Dentro del primer grupo, denominado *Industrias que tienen por principal objeto la extracción o producción de productos brutos*, la primera clase se correspondió con el llamado "arte de minas y metalurgia" que nos interesa. Las secciones en que ésta se dividió fueron: una singular, la primera, dedicada a los documentos oficiales y estadísticas vinculadas con la extracción de minerales y las restantes determinadas por el tipo de mineral que se exponía, como veremos.

LA COMISIÓN ESPECIAL Y CIRILO DE TORNOS

España tuvo que organizar una estructura para acudir a la Exposición y, en consecuencia, nombrar una serie de comisiones para atender distintos aspectos vinculados con la muestra.

En primer lugar se nombró una comisión especial con el fin de promover y organizar la participación española en el certamen, teniendo en cuenta los distintos tipos de productos que allí se iban a exponer; en segundo lugar se formó una comisión de estudio, con el fin de analizar lo que se expusiese y dejar así constancia de la importancia que tenían este tipo de muestras, mostrando los avances en distintas disciplinas industriales y artísticas. También se nombraron jurados, en número determinado por la organización gala.

Dentro de la citada comisión especial destaca la presencia del ingeniero de minas Cirilo de Tornos, que desempeñó el cargo de comisario de la clasificación de minerales, en el marco de la ya citada clase 1.

Cirilo de Tornos[8] nació en Cariñena el 8 de julio de 1828; ingresó en la escuela de minas en 1845 y en el cuerpo de ingenieros en enero de 1851, trabajando en prácticas en Almadén. En 1857 pasó al distrito de Oviedo y trabajó en esta provincia, y en Galicia, tanto desde su puesto oficial como en trabajos particulares; en marzo de 1853 se traslada al distrito de Madrid, residiendo primero en Guadalajara y luego en la capital.

Finalmente, como nos interesa señalar, en 30 de abril de 1855 fue comisionado por el gobierno para revisar, clasificar y cuidar de la colocación de los minerales de España en el palacio de la Exposición Universal de París, regresando después a su destino y habiendo obtenido de aquel jurado la medalla de oro de honor y la de cobre de segunda clase.

En julio de 1856 fue verificado para conocer y demarcar minas en la provincia de Teruel, donde fue secuestrado y posteriormente liberado. En septiembre de 1858 pasa a la Inspección de Burgos, residiendo en Santander, donde realizó no sólo trabajos propios de ingeniero sino que escribió distintos artículos en *La abeja montañesa* y otros periódicos locales, destacando la presencia de la pizarra bituminosa de la zona. En abril de 1862 es nombrado inspector de minas en la isla de Santo Domingo (que acababa de ser agregada a España), pero en junio de ese mismo año se le comisiona para viajar al extranjero: su misión sería el estudio de sustancias bituminosas y la adquisición del material necesario para la nueva tarea. En noviembre de 1864 se le concede la Cruz de Carlos III por su memoria sobre las sustancias bituminosas. Al estallar una revolución en Santo Domingo contra la dominación española abandona la isla pasando a Puerto Rico, donde fallece en torno a septiembre de 1865.

8 Eugenio MAFFEI y Ramón RÚA FIGUEROA, *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*, Madrid, Imprenta J. M. Lapuente, 1871-1872 (reed. facs.: *VI Congreso Internacional de Minería. Madrid, junio de 1970. La minería hispana e iberoamericana. Contribución a su investigación histórica. Estudios. Fuentes. Bibliografía*, Madrid, Dpto. de Publicaciones del VI Congreso Internacional de Minería, 1970), tomo 3, pp. 196 y 197.

LA COMISIÓN DE ESTUDIO OFICIAL

Dentro de la comisión de estudio oficial llama la atención la ausencia de ingenieros de minas, aunque sí que hay técnicos preocupados por el estudio de los minerales, aunque desde el punto de vista químico. La comisión de estudio estuvo presidida por el comisario especial de la sección española, José de la Cruz de Castellanos, con Álvaro Reinoso como secretario[9], y trece miembros más que fueron el Marqués de Mos, el Conde de Ripalda, Pedro Gil, Fernando Guerrero, Juan B. Centurión, José López Bustamante, Ezequiel Yllán, Ignacio Vidal, Francisco Sanchiz y Castillo, Luis Olona, Francisco Sagrista, Ramón Torres Muñóz y Luna y Julián Bruno de la Pena[10]. En resumen estuvo formada por cargos políticos, empresarios, estudiosos de la Academia de Artillería, escritores y químicos.

EL JURADO ESPAÑOL: RAMÓN DE LA SAGRA Y CIPRIANO SEGUNDO

El jurado de la exposición estaba compuesto por la mitad de sus miembros de nacionalidad francesa y la mitad restante por extranjeros; el número que correspondía a cada país venía dado por el número de expositores que figuraban en dicha muestra[11]. Este sistema trataba de determinar la participación nacional en función de su importancia industrial[12].

A España le correspondieron seis jurados, entre los cuales tampoco figura ningún ingeniero de minas, tal vez porque no nos correspondió ninguno ocupado en la clase primera; esa reducida nómina incluye a Manuel María de Azofra[13], José Arano (profesor de teoría práctica en la Escuela Industrial de Barcelona), José de la Cruz de Castellanos, presidente de la Comisión Especial y de la Comisión de Estudio, y Joaquín María Ferrer, jurado para las bellas artes[14], así como las figuras de Ramón de la Sagra y Cipriano Segundo, en las que nos detendremos por su vinculación con el mundo de la minería.

Ramón de la Sagra destaca en este contexto de los certámenes universales y además está relacionado con C. de Prado, ingeniero de minas del que nos ocuparemos más adelante.

De la Sagra nació en La Coruña en 1789; inició sus estudios en su ciudad natal y ahí fue condiscípulo de Prado. Se traslada a Madrid para completar sus estudios y se inclina principalmente por la botánica, lo que culmina con su nombramiento en 1825 de director del Jardín Botánico de La Habana, permaneciendo allí doce años. También llegará a ser Consejero Real de Agricultura en Madrid.

En 1835 hizo un viaje a Estados Unidos quedando sorprendido por su organización social y política. Esta impresión determinaría su posterior inclinación por el estudio de las ciencias sociales y económicas. Al volver a Europa pasa por París donde preparó la publicación de *Historia física, política y natural de Cuba* y donde recibió el nombramiento de miembro correspondiente de la Academia de Ciencias Morales y Políticas. Participó activamente en las discusiones sobre la administración de las provincias de Ultramar en 1837 y, desde 1840, consagra su actividad a la economía política, a la que le dedica un curso en el Ateneo madrileño. Asiste al congreso internacional de Bruselas en 1847, donde vota a favor de las ideas del libre cambio, que él denominaba como "ideas de progreso".

[9] Podría ser Álvaro REINOSO, químico cubano, autor de *El cultivo de la caña de azúcar* y profesor de química de la escuela preparatoria de la Habana, que murió en 1889.

[10] La nómina procede del *Catalogue des produits naturels, industriels et artistiques exposés dans la section espagnole de l'Expositon Universelle de 1855*, Paris, Impr. G.A. Pinard, Dentan et Cie, 1855, pp. 3 y 4.

[11] Alfred PICARD (dir.), *Exposition Universelle...*, vol. 18, p. 125.

[12] Manuel CASADO, "Exposición Universal de París en 1855", *Revista Española de Ambos Mundos*, Madrid, Mellado, agosto de 1855.

[13] Manuel María Azofra Sáenz de Tejada (1813-70), arquitecto riojano, fue director del Real Instituto Industrial de Madrid, profesor de matemáticas en Valencia y de mecánica aplicada a la construcción en la Escuela de Arquitectura de Madrid, así como miembro de la Academia de Ciencias. Según *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, Madrid, Espasa-Calpe, 1909, tomo IV, p. 1374.

[14] El listado de jurados se localiza en *Catalogue des produits naturels...*, pp. 3 y 4.

En 1841, por orden del ministro de la gobernación, visitó la exposición de productos de la industria belga, realizando un informe que fue estampado oficialmente y en el que se advierte su talante progresista; en esos años se dedica también a la formación de una sociedad para la plantación y elaboración de la caña de azúcar en Málaga.

Tras caer Luis Felipe en Francia vuelve a la que consideró como "su segunda y más agradecida patria", participando en las discusiones sobre cuestiones sociales y haciéndose partidario de algunas de las doctrinas de Proudhon. En el capítulo de los certámenes universales, su papel es destacado en la Exposición de Londres de 1851, puesto que fue nombrado jurado español para la calificación de nuestros productos y estudió los objetos del certamen bajo todos los aspectos, redactando una extensa memoria del papel español en ese evento.

La revolución progresista de 1854 hizo que volviera a España hasta 1856, año en el que regresa a Francia desalentado por las constantes luchas de nuestro país y por sus propias ideas revolucionarias, a las que denominaba "utopías y teorías revolucionarias" en vez de ideas de progreso como antaño. Fue miembro correspondiente del Instituto Imperial de Francia, de la Academia Real de Bruselas y de otras corporaciones extranjeras. Falleció en mayo de 1871 en Neufchatel, lugar en el que se había retirado tras el sitio alemán a la ciudad de París, donde el rector de la Universidad organizó sus pompas fúnebres con grandes honores[15].

Debemos destacar también a Cipriano Segundo Montesino, nacido en Valencia de Alcántara (Cáceres) en 1817 y fallecido en 1901[16]. Como político, en 1839, se alistó en la milicia nacional e ingresó en el Partido Progresista; así contribuyó al pronunciamiento de 1840, que dio por resultado la regencia del general Espartero.

Emparentado con éste, puede decirse que le siguió en todas sus vicisitudes políticas y de él heredaría el título de Duque de la Victoria. En esta dimensión pública señalaremos que fue diputado en Cortes y ocupó la dirección de obras públicas del Ministerio de Fomento durante la revolución de 1854, distinguiéndose por el impulso que dio a las carreteras.

En cuanto a su formación y profesión, era un ingeniero que estudió en Londres y en París. Ya en España, y en el Conservatorio de Artes de Madrid, explicó mecánica industrial (1841-1843), física general y física aplicada a las artes; en el Instituto Industrial de la capital fue profesor de mecánica aplicada a la construcción y desempeñó la cátedra de construcción de máquinas. De 1858 a 1866 estuvo al frente de la Cía. de los Ferrocarriles de Tudela a Bilbao y más tarde dirigió la de los Ferrocarriles del Mediodía de España.

LOS INGENIEROS QUE EXPUSIERON EN EL PRIMER GRUPO Y GUILLERMO SCHULZ

Atendiendo a los expositores que acudieron a la muestra compitiendo dentro del primer grupo destaca la participación de distintos ingenieros de minas, entre ellos en especial los inspectores de los distintos distritos mineros en que se articulaba el territorio español que remitían muestras propias de su zona. Hubo importante presencia en la sección 4ª (extracción y preparación de combustibles minerales)[17], en la 5ª (fundición y hierros), en la 6ª (metales comunes y plomos) y en la sección 7ª (metales preciosos, comprendiendo la extracción y tratamiento de la plata, del platino y del oro[18]). En la 9ª (productos minerales no metálicos) figuraba G. Schulz, así como otros inspectores de minas del país.

[15] Véase MAFFEI y RÚA FIGUEROA, *op. cit.*, vol. 2, pp. 391-3. Señalar que su preocupación por la ciencia social le emparentó con la figura de Frédéric Le Play, y más concretamente con el belga Adolphe Quételet (1796-1874), pionero de la estadística moral, con quien tuvo una relación de amistad, como expone José Ignacio GARRIGÓS MONERRIS en la obra que citaremos más abajo, capítulo 11, pp. 82 a 149.

[16] *Enciclopedia Universal Sopena,* Barcelona, Editorial Ramón Sopena, 1963, tomo 6.

[17] *Catalogue des produits naturels*..., pp. 6 a 13 y 17 a 25, detalle de productos. Es preciso señalar que los inspectores de distrito presentaban muestras de minerales de algunas minas o concesiones que ya figuraban en el otro catálogo como expositores a título particular. Sobre esto, véase la comunicación de las que suscriben ésta, "Arte de minas y metalurgia" en la Exposición Universal de París de 1855: datos para el estudio de la presencia española en las fuentes documentales, *Actas del V Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*, Ceres, Septiembre 2004, en prensa.

[18] Léon BRISSE, *Album de l'Exposition universelle dédié a S.A.I. Le Prince Napoleón,* Paris, Bureaux de l'Abeille Impériale, 1856, t. 1, p. 46.

Sin duda destaca la figura de Guillermo Schulz, inspector general del Cuerpo Nacional de Minas de España, que presentó en este foro la *Carta geográfica de Asturias*[19], siendo el único expositor español que concurrió en la primera sección en la que se dividió la clase de arte de minas. Además participó también en la sección novena de esta misma clase, que incluía a los productos minerales no metálicos, enviando treinta muestras de mármol procedente desde distintos lugares de España[20].

Luis Guillermo Schulz Schweizer[21] nació en el año 1800 en el medio minero alemán, del Landgraviato de Hessen Kassel, en el establecimiento de Habichtswalder donde su padre ejercía como maestro minero. Se formó en la Universidad de Gottingen, como alumno libre y, aunque no completara regularmente sus estudios, su competencia práctica le vale ser nombrado director de unas explotaciones mineras en la Alpujarra, de una compañía angloespañola, trasladándose a Granada en el año 1826. Tras cuatro años de trabajo, regresa a Alemania y entonces es reclamado por el Gobierno español, aceptando el puesto de Comisario de Minas.

La tarea implica viajar, reconocer y exponer los métodos mineros aplicados en Alemania, para informar al gobierno español: a este informe sucedieron otros obtenidos gracias a diversos viajes por Austria, Bélgica y Francia.

Llega a Asturias a principios de la década de 1830, nombrado Comisario de Minas, al servicio de la Dirección General de Madrid y destinado, en 1833, como inspector al Distrito Minero de Asturias y Galicia, con sede en Ribadeo; se ocupó de este cargo hasta 1842, en que ascendió al de Inspector General Segundo radicado en Madrid. En su relación con Asturias destaca el levantamiento cartográfico y el estudio geológico del territorio, que culmina en 1855 con la publicación de su Mapa Topográfico de la Provincia de Oviedo[22].

Al margen de sus trabajos como funcionario riguroso, publica numerosos artículos que sientan la base del conocimiento geológico y minero de esta región. Participó en la gestación de la futura Escuela Práctica de Capataces de Minas de Mieres, para la que redactará el reglamento y programa de estudios, de la que fue su primer director[23].

Se jubiló voluntariamente en 1861, ocupándose en nuevos trabajos científicos y falleció en Agosto de 1877 en Aranjuez. Era miembro de la Société Géologique de France, de la Geográfica de Berlín, de la Económica de Oviedo y había sido distinguido con la Cruz de Carlos III. Fue, asimismo, el presidente de una comisión encargada del levantamiento del Mapa Geológico de España.

Esta amplia participación de ingenieros de minas fue premiada por un jurado sin presencia española, presidido por Élie de Beaumont y compuesto por franceses (entre los que destaca la presencia de Frédéric Le Play, miembro de la Comisión Imperial, del jurado de la Exposición de París de 1848 y la de Londres en 1851, comisario general de esta Exposición, ingeniero jefe de minas y profesor de metalurgia en la Escuela imperial de Minas[24]) y también ingleses, prusianos, belgas y austríacos. España obtuvo la recompensa de dos medallas de primera clase, una de las cuales recayó en el Cuerpo de Ingenieros de Minas de España, y la otra en el Cuerpo de Artillería[25].

[19] *Catalogue des produits naturels.*, p. 5. Es preciso señalar que en *Exposition des produits de l'industrie de toutes les nations, 1855. Catalogue officiel publié par ordre de la Comisión Impériale*, Paris, E Panis éditeur, 1855, en el apartado de España no incluyen esta sección.

[20] *Catalogue des produits naturel...*, p. 28.

[21] Su biografía es conocida por un artículo de MAFFEI inserto en la *Revista Minera* y reseñas varias como la que le dedicó Fermín CANELLA o Ignacio PATAC. Destacamos la revisión de Alberto MARCOS VALLAURE, "Guillermo Schulz: su obra científica y su perfil humano", como prólogo a la *Descripción geológica de la Provincia de Oviedo*, Oviedo, Alvízoras Llibros, 1988 (reed. facsimilar del original de 1858). Entre los actos de celebración del bicentenario de su nacimiento por la en la Universidad de Oviedo, en diciembre del año 2000, se publicó un libro por parte del Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Noroeste de España, titulado *Guillermo Schulz y los primeros proyectos para la enseñanza en materia de minas*. También figura en Ramón M.ª ALVARGONZÁLEZ RODRÍGUEZ, *Alemanes en Asturias*, Alcobendas Thyssenkrupp, 2003, pp. 58-61.

[22] Centro Nacional de Información Geográfica, *Cartografía Histórica de Asturias*, Madrid, Instituto Geográfico Nacional, 1995, pp. 82-83.

[23] María Fernanda FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, "Apuntes históricos y arquitectónicos de la Escuela de Capataces de Minas de Mieres (Asturias)", *Temas Geológico - Mineros*, nº 31, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 2000, pp. 339-356.

[24] Sobre este ingeniero, su obra trascendente y su vinculación a España, puede verse: José SIERRA ÁLVAREZ, "Introducción: La obra social de Le Play", en Frédéric LE PLAY, *Campesinos y Pescadores del norte de España*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1990 (Edición, introducción y notas de José Sierra Álvarez; colección Clásicos Agrarios) o José Ignacio GARRIGÓS MONERRIS, *Pierre-Guillaume- Frédéric Le Play (1806-1882): Biografía intelectual, metodología e investigaciones sociológicas*, tesis doctoral de la Universidad de Alicante defendida en el año 2001, puede consultarse en internet en la Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.

[25] Léon BRISSE (dir.), *Album de l'Exposition universelle*, Paris, Bureaux de l'Abeille impériale, 1856, tomo 1, p. 415.

LA VALORACIÓN QUE EN FRANCIA SE HIZO DE LA ESPAÑA MINERA Y METALÚRGICA

Los juicios vertidos sobre la participación de nuestro país en la clase dedicada al arte minero destacaron el papel de los ingenieros de minas; Léon Brisse subrayaba (por ejemplo) el Cuerpo de Ingenieros de Minas y su amplia muestra de minerales, aunque se criticaban algunos aspectos como la falta de un catálogo explicativo[26].

En general, las valoraciones sobre la metalurgia española suelen subrayar la falta de máquinas. El secretario del segundo grupo, *industrias que tienen por principal objeto el empleo de fuerzas mecánicas*[27], y autor de una memoria dedicada a la industria, Tresca[28], destacaba la capacidad industrial que tenía España por contar con todos los elementos de una industria perfeccionada, pero le sorprendía que necesitasen importar hasta la más mínima máquina. Tresca acertaba a señalar el mayor problema de la industria española y reconocía que, en esta clase concreta, estaba más representada por materias primas que por tipos de fabricación. Destacaba que había ciento catorce muestras de hulla, la mayor parte de Asturias, por lo que consideraba que España era un país rico en este mineral. Se interesó por comentar las características de nuestro carbón y destacaba el concejo de Olloniego (Oviedo) como fuente de extracción de hulla. En lo que se refiere a otros tipos de minerales destacaba el plomo de la provincia de Almería, la plata de Guadalajara, el estaño de Zamora y el cinabrio de la compañía minera asturiana. A pesar de alabar esos lugares y sus materiales, se indicaba que salvo el plomo y el mercurio, éstos estaban poco explotados y que el hierro, que tenía la tenacidad y ductilidad deseables, se obtenía habitualmente por conversión directa del mineral[29]. Para otros, España destacaba con sus mármoles, que eran de los mejores que había en la Exposición[30].

LA VALORACIÓN DE CASIANO DE PRADO

El cualificado y crítico ingeniero de minas Casiano de Prado (1797-1866)[31] también analizó la situación de España en este foro en una obra de gran interés: se trata de *La Esposición (sic) Universal de París*, editada por E. Aguado en Madrid el año de 1856[32].

El juicio negativo general se evidencia desde las primeras líneas de la obra: "*No hay por qué ocultarlo: ni en la exposición (sic) de Londres ni en la de París se ha presentado España de una manera digna, [...]. Bien sé yo ningún humano esfuerzo hubiera sido suficiente á hacernos parecer lo que no somos, y rivalizando con Francia, Inglaterra y otros Estados donde tan alto punto de perfección alcanzan la agricultura, la industria y las artes; pero ¿cómo, [...] no hemos procurado mostrarnos con el esmero que nos fuese posible, para que no se hiciese tan reparable nuestro decaimiento y desventura, allí donde todo respiraba prosperidad, todo grandeza, movimiento y vida?*" (*op. cit.*, p. 3). Este párrafo, con el que el autor comienza su obra no es sólo significativo

26 Léon BRISSE (dir.), *op. cit.*, p. 380 y 412.

27 Léon BRISSE (dir.), *op. cit.*, p. 40.

28 Sabemos que es secretario del segundo grupo, junto con el caballero Corridi porque aparece en Pascal ADRIEN, *Visite et études del S.A. I. le prince Napoléon au Palais de l'Industrie ou guide pratique et complet a l'Exposition universelle de 1855*, Paris, Perrotin, librairie-éditeur, 1855, p. 16. Tresca era ingeniero, subdirector del Conservatorio Imperial de Artes y Oficios, inspector principal de la exposición francesa en Londres 1851 y antiguo comisario de clasificación de la Exposición de 1855; cf. TRESCA, *Visite de a l'Exposition Universelle de Paris de 1855*, Paris, Hachette & Cie, 1855.

29 TRESCA (dir.), *op. cit.*, pp. 119 y 120.

30 Pascal ADRIEN, *op. cit.*, p. 29; y TRESCA (dir.), *op. cit.*, p. 169.

31 Para conocer su biografía y obra, remitimos a MAFFEI, op. cit., t. II, pp. 53-60 y al artículo de J. Arciniega, "Biografía", *Revista Minera*, Madrid, Tomo XVII, 1866, pp. 448-453.

32 "*En 1855 volvió Prado a París* [donde había acudido en 1851, relacionándose con insignes geólogos] *con objeto de conferenciar sobre los fósiles que en sus excursiones había recolectado en las campañas anteriores, comisionándosele para inspeccionar y describir la Exposición universal bajo el aspecto mineralógico y geológico*", ibidem.

en cuanto a la valoración que el ingeniero realizó, sino que muestra también su tendencia a mostrar y decir las cosas tal y cómo son, o más concretamente, tal y como él las percibe. Ese interés en no ocultar las cosas es destacable ya que es uno de los pocos españoles que realizará una crítica negativa, lo que le vincula más con las valoraciones que hacen los estudiosos extranjeros. Por otra parte estas palabras nos demuestran el concepto que Casiano de Prado tenía de estos certámenes, una fe en que sirviesen al progreso de la industria y la vida en general; planteamientos muy acordes con el espíritu que guió a las primeras exposiciones internacionales, algo que también le diferencia de la idea que tuvo España, que en vista de lo que envió y lo poco que se preocupó, las consideró como meras exposiciones de productos, al menos en estos primeros momentos. Indicaba que en la clase primera España no se había presentado bien en la Exposición. Llamó la atención sobre la ausencia de algunos establecimientos importantes, como las minas de Almadén, lo que provocaba la sorpresa de algunos de los visitantes. Por otra parte indicaba la necesidad de que los productos que se presentasen tuviesen el tamaño apropiado para que pudiesen valorarse, algo que España no cumplía a excepción de un trozo de sal de Cardona. Este problema no era achacable únicamente a los expositores, sino que algunas de las autoridades provinciales pusieron trabas a los productos minerales de grandes dimensiones.

CONCLUSIÓN

Para profundizar en el conocimiento de la historia minera y metalúrgica española, tanto a través de sus datos objetivos como de su análisis e interpretación, la vía de las exposiciones universales fuera de nuestras fronteras se revela fecunda. El hallazgo y el trabajo con fuentes documentales hasta ahora ignoradas deparará resultados de gran interés en el futuro.

Wilhelm Sundheim y la reindustrialización de Huelva

E.M. Romero Macías* y Mª.A. Peña Guerrero**
*Escuela Politécnica Superior. Universidad de Huelva.
romaci@uhu.es
**Facultad de Humanidades. Universidad de Huelva.
guerrero@uhu.es

RESUMEN

El 7 de agosto de 2003, se cumplió el centenario de la muerte de Wilhelm Sundheim y con tal motivo, el Ayuntamiento de la ciudad de Huelva le ofreció un reconocimiento en el día de la entrega de medallas de la ciudad a la labor en la provincia. Fue nombrado hijo predilecto de Huelva en 1880 y, ahora en el año 2004 se le ha reconocido la excelente la labor como empresario que contribuyó al engrandecimiento de Huelva a finales del siglo XIX, donde destacan la construcción de los FFCC de Huelva-Zafra y Sevilla-Huelva, intermediario de la venta de la Minas de Riotinto a la Rio Tinto Company Limited por parte del Estado y la proyección turística de las playas de Punta Umbría entre otras actuaciones.

Palabras clave: Faja Pirítica Ibérica, ferrocarriles mineros, Wilhelm Sundheim.

ABSTRACT

The 7 of August of 2003, the centenary of the death of Wilhelm Sundheim was marked and with such reason, the City council of Huelva offered a recognition to him in the day of the delivery of medals from the city to the work in the province. It was named favourite son of Huelva in 1880 and, now in 2004 year has recognized him excellent the work like industrialist who contributed to the enhancement of Huelva at the end of century XIX, where emphasize the construction of the Huelva-Zafra and Seville-Huelva railway, intermediary of the sale of the Riotinto Mine to the Rio Tinto Company Limited on the part of the State and the tourist projection of Punta Umbría beaches among other performances.

Key words: *Faja Pirítica Iberica, miner railway, Wilhelm Sundheim.*

INTRODUCCIÓN

Sólo la frágil memoria histórica que caracteriza a nuestra sociedad actual puede ayudarnos a comprender el flagrante olvido en el que ha caído la figura del alemán Wilhelm Sundheim (1840-1903). Olvido inexplicable, desde luego, si tenemos en cuenta el carácter extraordinario y dual de esta figura que, por una parte, resulta excepcional en la Huelva del siglo XIX y, por otra, se comporta como el modelo arquetípico del empresario europeo de su tiempo. Un empresario que, al igual que otros muchos, franceses, belgas o británicos, llegó a España atraído por la riqueza virgen de sus recursos naturales y se estableció aquí para contribuir de manera significativa al desarrollo de su economía.

La provincia de Huelva puede dar buena fe de ello, pues de hecho en pleno siglo XIX se reveló como una de las más ricas en recursos minerales -claves para el desarrollo de la Segunda Revolución Industrial- y, en consecuencia, como una de las más ambicionadas por el capital extranjero. Tanto es así que, desde mediados de siglo, toda una oleada de profesionales y empresarios europeos llegó hasta la provincia para establecerse en ella como testaferros, técnicos y representantes de algunas de las más importantes sociedades financieras e industriales del continente. Es cierto, sin duda, que nuestros mejores yacimientos -por ejemplo los de Tharsis o Riotinto- fueron objeto de esta colo-



Figura 1. Wilhelm Sundheim (hacia 1875, C.S.).

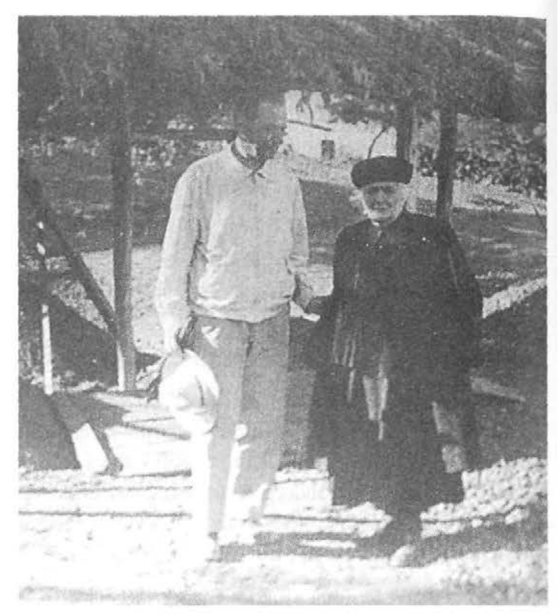


Figura 2. Justa Sundheim y su hijo Jorge Doestch (Foto: C.S.L.).

nización externa, pero no lo es menos que, como consecuencia de ello, se inició la explotación de muchos otros con capital nacional y se generaron unos circuitos de negocio, inversión y comercio que, en última instancia, sacaron a la provincia de Huelva de un atraso secular y la catapultaron hacia unos niveles económicos, demográficos y culturales como nunca antes había conocido.

LA LLEGADA DE GUILLERMO SUNDHEIM A LA CIUDAD DE HUELVA

Aunque los orígenes personales de *Guillermo Sundheim y Giese* -nombre castellanizado con el que se le conoció en España- siguen estando envueltos en una cierta nebulosa documental, sabemos hoy día, a ciencia cierta, que había nacido el 3 de julio de 1840 en la localidad alemana de Giessen, perteneciente al Gran Ducado de Hesse Darmstadt, en el seno de una importante familia vinculada al comercio y las finanzas. Tras una breve estancia en Inglaterra, lo encontramos documentado en la villa de Huelva por primera vez en 1865 junto a su socio, el también alemán Heinrich Doetsch, y como fundador de la casa de comercio *Sundheim y Doetsch*, sostén jurídico y financiero de la mayor parte de sus iniciativas empresariales a partir de ese momento.

Además, muy pronto, Sundheim se encontrará integrado en el ambiente social de Huelva gracias a su matrimonio con Justa de la Cueva y Camporredondo, hija de Fernando de la Cueva, un propietario y banquero de origen palmerino (La Palma del Condado) y de gran renombre en la provincia, con la que tendrá tres hijos: Guillermo, Carlos y Justa.

PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Sobre estas bases personales y utilizando siempre como cauce su control sobre la citada casa comercial,

Sundheim construirá todo un entramado empresarial que se caracterizará no sólo por el volumen de sus inversiones, sino, sobre todo, por la diversificación y altura de éstas. Desde luego, el ámbito de acción prioritario de ambos socios fue siempre la minería, sector en el que llegarían a alcanzar un protagonismo irrecusable: monopolizaron prácticamente la producción y comercialización del manganeso e intervinieron decisivamente en la venta de las minas de Río Tinto a un consorcio financiero presidido por el británico Hugh Matheson que daría lugar a la *Rio Tinto Company Limited* en 1873. Pero, aun siendo ésta una actividad prioritaria y constante a lo largo de toda su vida empresarial, Sundheim intervino en otros muchos sectores de la economía provincial, llegando a convertirse, además, en un *factotum* imprescindible en la vida social y cultural de la ciudad de Huelva: adquirió una gran cantidad de propiedades agrarias e inmobiliarias, ejerció como banquero, promovió la instalación en el municipio de Huelva de establecimientos fabriles para la producción de mármol, aceite, harinas, ladrillos, vinos, etc..., mejoró los abaste-



Figura 3. Patio de la Casa Colón actualmente (Foto: E.R.M.).

cimientos de agua potable de la ciudad, instaló una empresa de baños flotantes en la ría del Odiel, construyó el famoso Hotel Colón para la celebración del IV Centenario del Descubrimiento de América (conmemoración que él mismo organizó valiéndose de su influencia en las cúpulas políticas madrileñas), incentivó el desarrollo turístico de Punta Umbría, fundó "La Atlántica" una moderna sociedad pesquera, etc...

Especial importancia tuvo Sundheim en el desarrollo ferroviario de la provincia, interviniendo decisivamente en la construcción de las líneas de Minas de Río Tinto a Huelva (inaugurada en 1875), de Sevilla a Huelva (inaugurada en 1880, tras su venta a la MZA) y en la de Zafra a Huelva (inaugurada en su tramo alto, Valdelamusa-Zafra, en 1885 y en su tramo bajo, Valdelamusa-Huelva, en 1889).

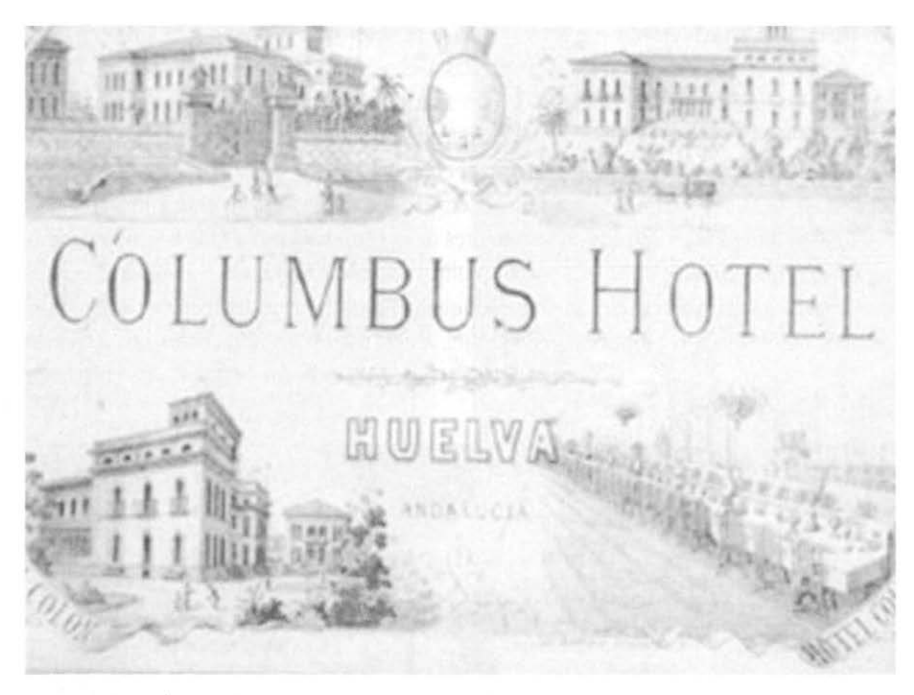


Figura 4. Invitación a los actos commnemorativos del IV Centenario celebrados en el Hotel Colón.

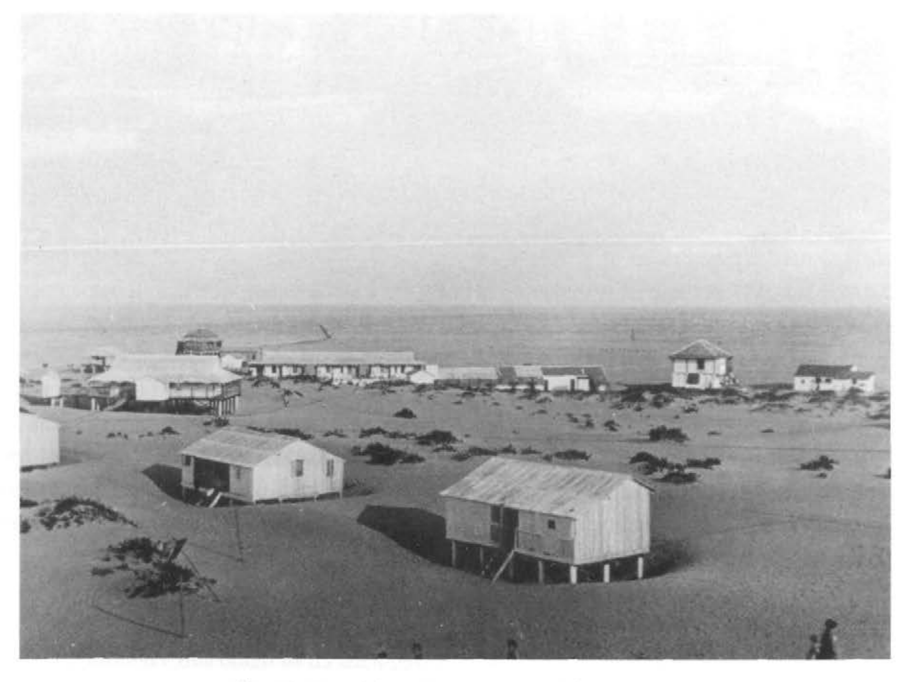


Figura 5. Casas de los ingleses en Punta Umbría (Foto: I.N.).



Figura 6. Antigua estación FC Zafra-Huelva (Foto: I.N.).

INFLUENCIA SOCIAL Y CULTURAL

A excepción de la política, actividad que nunca pudo ejercer por no renunciar a su nacionalidad alemana, Sundheim participó en los principales movimientos de carácter social y cultural de su época. Tras cada iniciativa destinada a contribuir al progreso económico, al bienestar social o a la mejora de los niveles culturales de la población, Sundheim aparece brillando con luz propia. La lista de foros en los que participó y proyectos que estimuló es interminable, por lo que sólo citaremos los más importantes. En el terreno de lo económico, podemos destacar su vinculación como la Junta de Obras del Puerto en calidad de presidente y su contribución para la constitución de la Cámara de Comercio de Huelva. En el ámbito de la cultura, Sundheim apadrinó la creación de una Escuela de Bellas Artes e hizo valer, como ya hemos mencionado, sus poderosas influencias en la capital madrileña para traer a Huelva las celebraciones del IV Centenario del Descubrimiento de América. Del mismo modo, su figura aparece vinculada estrechamente a la fundación de la Real Sociedad Colombina y a la revitalización de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Huelva. En un orden de cosas similar, también lo encontramos directamente implicado en la fundación del club decano del fútbol español, que hoy día permanece vigente como Real Club Recreativo de Huelva.

Como reconocimiento a toda su intensa labor en pro de los intereses ciudadanos, el Ayuntamiento de Huelva lo reconoció como su hijo adoptivo en 1880.

LOS ÚLTIMOS AÑOS DE GUILLERMO SUNDHEIM

Curiosamente, el pujante empresario que había dinamizado en Huelva el sector de la minería y que había



EL AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE LA CIUDAD
DE
HUELVA

Por cuanto [illegible] SOR D. GUILLERMO SUNDHEIM Y GIESE [illegible]

Por tanto El Ayuntamiento de Huelva [illegible]

HIJO ADOPTIVO DE ESTA CIUDAD

[illegible]

EL ALCALDE PRESIDENTE [illegible] EL SECRETARIO DE LA CORPORACION

Figura 7. Nombramiento de Hijo Adoptivo de Huelva en 1880 (Foto: C.S.L.).



LA PROVINCIA
DE HUELVA

AÑO XXVIII | Sabado 8 de Agosto de 1903 | Num. [illegible]

R. I. † P. A.

EL SEÑOR

D. GUILLERMO SUNDHEIM Y GIESE

VIUDO QUE FUÉ DE LA SEÑORA

Doña JUSTA DE LA CUEVA Y CAMPO-REDONDO

Falleció el Viernes 7 de Agosto de 1903, á las ocho de la mañana,

A LA EDAD DE [illegible] AÑOS

La Redacción de LA PROVINCIA se asocia al justo dolor que en estos momentos embarga el ánimo de la familia del finado, insigne hijo adoptivo de esta ciudad, é iniciador de su desarrollo comercial é industrial, deseándole resignación cristiana para sobrellevar tan inesperada como dolorosa pérdida.

ROGAD A DIOS POR SU ALMA

Duelo Onubense

[illegible]

Figura 8. Esquela en el diario "La Provincia".

inaugurado la era de los grandes ferrocarriles de la provincia, el hombre que había atraído hacia la provincia capitales procedentes de la gran banca europea, el burgués rico por excelencia que había tenido incluso el honor de recibir en su casa a Alfonso XII y a grandes hombres de estado, no acabaría sus días precisamente rodeado de esplendor. Una acumulación de factores, entre los que cabe destacar la necesidad de redimir las deudas de su suegro, Fernando de la Cueva, o el propio fracaso de algunas de sus inversiones ferroviarias, acabaron menguando su fortuna y convirtiéndolo en un hombre solitario, apartado de la vida social y ensimismado en sus recuerdos. Desde luego, una buena parte de responsabilidad tuvo el fallecimiento de dos de sus seres más queridos: su socio Enrique Doetsch y su esposa Justa de la Cueva. Sin sus grandes apoyos personales y emocionales, el Sundheim de finales del siglo XIX no era ya el mismo. Su olfato inversor y su inquietud por los negocios le hicieron ganar mucho dinero, pero su extremado gusto por el riesgo empresarial y sus osadas iniciativas financieras también le llevaron a perderlo con facilidad.

Su vida, a la que puso fin una imprevista enfermedad el 8 de agosto de 1903, fue la vida de un caballero victoriano que, sin olvidar su educación y sus raíces teutonas, supo sintonizar a la perfección con el carácter y la forma de ser del español.

BIBLIOGRAFÍA

- **Amador de los Ríos, R.:** *Huelva*. El Albir, Madrid, 1983 (ed. original, Tip. Arte y Letras, Barcelona, 1891).
- **Artola, M. (dir.):** *Los ferrocarriles en España, 1844-1943*. Tomo II: *Los ferrocarriles y la economía*. Servicio de Estudios del Banco de España, Madrid, 1978.
- **Avery, D.:** *Nunca en el cumpleaños de la reina Victoria. Historia de las minas de Río Tinto*. Labor, Barcelona, 1985.
- **Bull y West, D.:** *Solicitud de D. Diego Bull y West, Director de la Compañía del Ferrocarril de Buitrón a San Juan del Puerto, a los gobernadores civiles de Huelva y Badajoz exponiendo los fundamentos que existen para que dichas autoridades, las Diputaciones provinciales, las Juntas de Agricultura y la Consultiva de Caminos, emitan su dictamen oponiéndose a la concesión del ferrocarril de Zafra a Huelva que pretende D. Guillermo Sundheim*. Imprenta Vda. de Gálvez e Hijos, Huelva, 1879.
- **Coello, F.:** *Proyecto de las líneas generales de navegación y de ferrocarriles en la Península Española*. Imp. Tomás Núñez Amor, Madrid, 1855.
- **Flores Caballero, M.:** *Río Tinto: la fiebre minera del XIX*. Diputación Provincial de Huelva, Huelva, 1981.
- **Flores Caballero, M.:** *La venta de las minas de Río Tinto*. Diputación Provincial de Huelva, Huelva, 1981.
- **Gómez Mendoza, A.:** *Ferrocarril, industria y mercado en la modernización de España*. Espasa-Calpe, Madrid, 1989.
- **Henderson, W.O.:** *The Rise of German Industrial Power (1834-1914)*. Temple Smith, Londres, 1975.
- **Jurado Almonte, J.M. y Perejil Delay, A.:** *Historia y actualidad del ferrocarril Zafra-Huelva*. Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera de Río Tinto", Nerva, 1997.
- **Nash, W.G.:** *The Rio Tinto: its History and Romance*. Simpkin Marshall Hamilton Kent and Co., Londres, 1904.
- **Peña Guerrero, M.A.:** "Caciquismo y poder empresarial. El papel político de las compañías mineras en la provincia de Huelva (1898-1923)". *Trocadero. Revista de Historia Moderna y Contemporánea*. núm. 5, 1993.
- **Peña Guerrero, M.A.:** *Clientelismo político y poderes periféricos durante la Restauración. Huelva, 1874-1923*. Universidad de Huelva, Huelva, 1998.
- **Peña Guerrero, M.A.:** *La provincia de Huelva en los siglos XIX y XX*. En VV.AA.: *El tiempo y las fuentes de su memoria. Historia Moderna y Contemporánea de la provincia de Huelva*. Diputación Provincial de Huelva, Huelva, 1995.
- **Perejil Delay, A.:** *Ferrocarriles mineros de la provincia de Huelva*. Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera de Río Tinto", Nerva, 1995.
- **Ramírez Cepeda, M.:** *La gestación de un ferrocarril en La Palma del Condado*. Asociación Cultural Amigos de La Palma, La Palma del Condado, Huelva, 1993.
- **Salkield, L.U.:** *A Technical History of the Rio Tinto Mines: some Notes on Exploitation from pre-Phoenician Times to the 1950's*. Institution of Mining and Metallurgy. London, 1987.
- **Wais San Martín, F.:** *Historia de los ferrocarriles españoles (1830-1941)*. Editora Nacional, Madrid, 1974.

Un siglo de historia contemporánea en la mina metálica "Las Niñas" (Almería)

F. Hernández Ortiz
Repsol YPF
fhernandezo@repsolypf.com

RESUMEN

En el pueblo de Rodalquilar (Almería), hay una mina que empieza la explotación del plomo y la plata a mediados del siglo XIX y la explotación del oro unos pocos años mas tarde. Esta mina fue la mas importante de Rodalquilar a lo largo de un siglo y tiene una historia especial.

Palabras clave: Almería, Las Niñas, oro, plomo, Rodalquilar.

ABSTRACT

In Rodalquilar town (Almería), there is a mine which starts the exploitation of the lead and silver in the middle of the XIX century and the exploitation of the gold a few years later. This mine was the most important mine in Rodalquilar along one century and has a special history.

Key words: *Almería, gold, Las Niñas, lead, Rodalquilar.*

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX aparecen las primeras minas de plomo y galena argentífera en el pueblo de Rodalquilar (Almería), siendo la mina *"Las Niñas"* el principal exponente de ellas. Esta explotación estará en actividad durante un siglo, desde mediados del XIX hasta mediados del XX, demostrando una capacidad camaleónica para sobrevivir al agotamiento de sus menas, a los cambios políticos, a la falta de medios económicos y seguir siendo una de las minas más importantes de Rodalquilar durante alrededor de cien años.

LOS INICIOS

Durante el siglo XIX en la provincia de Almería se explotaron un gran número de minas de plomo y de hierro. En la zona de la Sierra del Cabo de Gata existían dos focos mineros: el más antiguo en los alrededores del pueblo de San José y el más moderno en los alrededores del pueblo de Rodalquilar.

Fue en las cercanías de San José donde a comienzos del XIX aparecieron las primeras explotaciones de plomo y galena argentífera. Más tarde se fueron extendiendo por la Sierra y llegaron a la zona de Rodalquilar, donde se comenzó a trabajar en la segunda mitad del siglo XIX. Estas minas metálicas de Rodalquilar, eran propiedad de pequeños mineros locales, los cuales disponían de medios muy limitados para su laboreo y obtenían unas producciones pequeñas. A todo esto había que añadir las dificultades en el transporte de sus menas debido a la inexistencia de redes de comunicación, utilizándose las bestias para el transporte del mineral.



Figura 1. Situación geográfica de Rodalquilar.

Será en el año 1864 cuando se inicie un seguimiento muy especial a una de estas minas, debido a algunos rumores provenientes de las fundiciones murcianas a donde se enviaban sus menas y que aludían a la presencia de oro en sus filones, pero los motores de su explotación siguieron siendo los minerales de plomo y plata, estando representada la ganga por el cuarzo. Esta mina era *"Las Niñas"*, con número de registro 1.376 y situada a menos de un kilómetro del pueblo Rodalquilar, concretamente en el Barranco del Lobo. Tras los rumores de 1864 se continuará con la extracción de plomo y plata hasta que sea patente el agotamiento de estas menas y entonces se concentre la atención en una nueva mena: el cuarzo aurífero.

La primera referencia oficial escrita, haciendo mención al descubrimiento de oro en Rodalquilar, aparece en la Estadística Minera y Metalúrgica de España correspondiente al año de 1883. Este documento lo realizó un organismo oficial, que era la Junta Superior Facultativa de Minería, y fue publicado por la Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio. En esta publicación, se puede encontrar en las páginas 76 y 77, correspondientes a la información anual sobre la provincia de Almería, el siguiente texto:

> "La Sierra del Cabo de Gata, la de Alhamilla y los demás cantones mineros de esta provincia, (Almería), continuaron en el mismo estado que en el año anterior, sin que en ellos se hiciese descubrimiento alguno de importancia, pues aunque en la primera y en el sitio denominado Rodalquilar y mina titulada *"Las Niñas"* se presentaron en un filón de cuarzo partículas de oro, por falta de labores de investigación no puede apreciarse la importancia que este criadero tenga: pero desde luego la ley de oro de las muestras obtenidas es tal que merece llamar la atención y emplear, con esperanzas de buen éxito, el capital necesario para la investigación".

El análisis de las 3 muestras tomadas en la citada mina de Rodalquilar y que demostraron la existencia de oro, fue realizado por el ingeniero de Almería D. Bernabé Gómez, en su laboratorio químico. Los resultados, fueron los siguientes:



Figura 2. Ruinas mineras en el Barranco del Lobo o Barranco de Las Niñas. Fue en este paraje donde en el año 1883, se detectó la presencia de oro en los filones de la Sierra del Cabo de Gata. Previamente a este año, ya existían rumores y noticias de la existencia de oro, en el crestón del filón de la mina *"Las Niñas"*, situado en este barranco.



Figura 3. Entrada principal de la mina *"Las Niñas"*. Se puede decir que esta es la decana de las minas metálicas de Rodalquilar entre las que han alcanzado relevancia y también que es la que más años ha sido explotada para extraer diferentes metales (plata, plomo y oro).

- Muestra número 1: La primera muestra, era cuarzo aurífero de un filón. El análisis dio 1´16 onzas de oro en quintal castellano de 46 kilogramos. Esta cantidad de oro es espectacular (más de 700 gramos de oro/tonelada) y además es la mayor de las tres muestras.
- Muestra número 2: La segunda muestra, se cogió en el mismo lugar que la primera y era tierra del filón. El análisis dio 0´0325 onzas de oro en quintal castellano de 46 kilogramos y 0´12 onzas de plata.
- Muestra número 3: La tercera muestra, era cuarzo ferromanganesífero y se cogió en otro filón diferente a unos 100 metros de las dos primeras muestras. Los análisis de esta última muestra, dieron 0´10 onzas de oro en quintal castellano de 46 kilogramos y 0´22 onzas de plata en quintal.

Onza - Peso que equivale a 287 decigramos (28´7 gramos). Es una de las 16 partes iguales del peso de la libra.
Quintal - Peso de cien libras, equivalente en Castilla a 46 kilogramos aproximadamente (45´920 kilogramos).

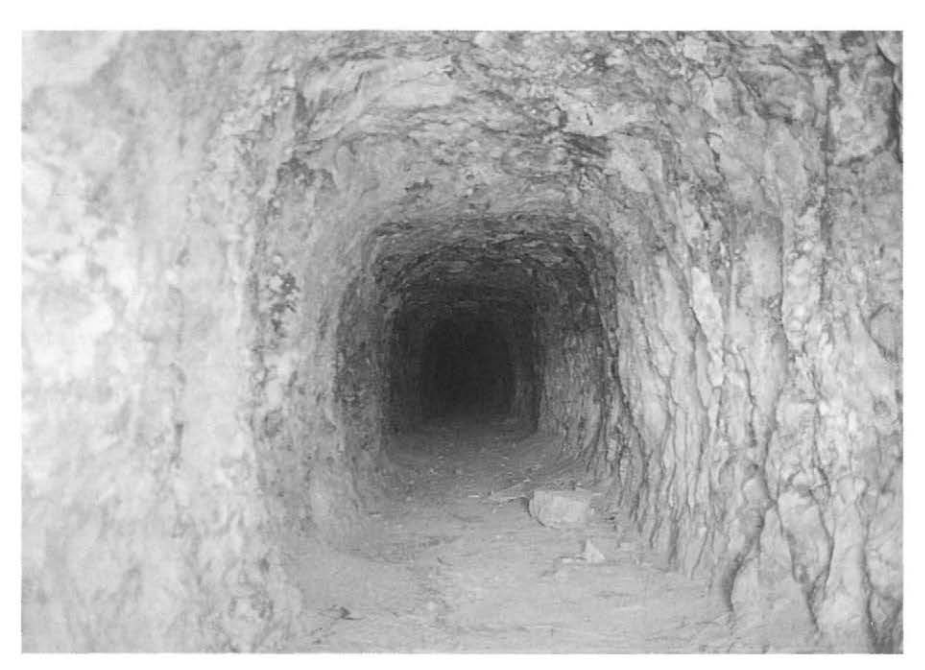


Figura 4. Fotografía tomada desde la puerta de entrada de la mina *"Las Niñas"*, en la que se puede ver parte del interior del socavón y su estado de conservación. Este socavón de entrada, ha visto pasar por él, a varias generaciones de mineros de Rodalquilar, durante los siglos XIX y XX.

RUMORES PREVIOS AL DESCUBRIMIENTO DEL ORO

La presencia de oro en Rodalquilar, parece ser que era ya conocida antes de 1883 por la compañía Stolberg y Westfalia, la cual se encontraba explotando fundamentalmente los filones de plomo de la Sierra del Cabo de Gata. Esta presencia de oro habría sido detectada por alguna persona en el crestón del filón de la mina *"Las Niñas"*.

También es un hecho probado, la existencia de un artículo escrito por el ingeniero del Cuerpo de Minas, D. Bernabé Gómez Iribarne en 1902. En este artículo, reconocía que en su día no se le dio crédito a los comentarios del ingeniero químico, de una fundición del Levante español, donde se enviaban los minerales del Cabo de Gata, y



Figura 5. Lugar donde se encontraban el parque de mineral durante la etapa de la minería aurífera estatal (años 1943 a 1956).

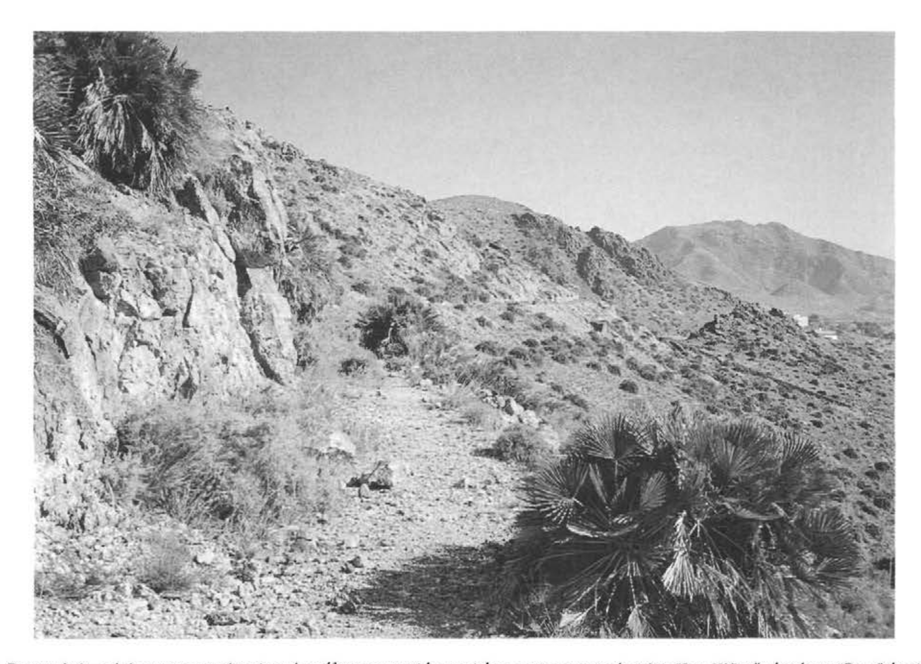


Figura 6. Restos de la red de transporte de mineral aurífero construida por Adaro para conectar la mina *"Las Niñas"* y la planta "Dorr" de cianuración, en la década de los años cuarenta. Este tramo se construyó en la roca de la ladera del cerro y es el tramo más elevado de los dos que constituyen la citada red. En este camino, es donde estaban instalados los raíles sobre los que se desplazaban las vagonetas con el mineral aurífero. Al final de este tramo, (al fondo de la imagen), es donde está el plano inclinado por el que bajaban las vagonetas hasta el segundo tramo que constituía la red de transporte y que se encuentra a una menor altura topográfica.

que decía que esos minerales tenían contenido de oro. Según palabras del señor Gómez Iribarne, esto ocurrió mucho antes de que se descubriera el oro en la mina *"Las Niñas"* en el año 1883.

LA MINERÍA AURÍFERA

Durante los años finales del XIX y los iniciales del XX, se estuvo explotando el cuarzo aurífero de esta mina de Rodalquilar, enviándolo por barco hasta las cercanas fundiciones de la provincia de Murcia, principalmente a Mazarrón y alguna vez a Cartagena, para utilizarlo en el proceso de obtención del plomo.



Figura 7. Plano inclinado de la red de transporte de mineral de *"Las Niñas"* y las minas de sus alrededores. Se construyó para salvar las diferencias de altura existentes entre el nivel de la mina *"Las Niñas"* y el socavón *"300"*. Las vagonetas llegaban al citado socavón, tras cruzar la rambla de Rodalquilar, y a través suyo, accedían a las galerías de la mina *"Consulta"*, para después alcanzar al pozo maestro y ser elevadas hasta la superficie para empezar el tratamiento metalúrgico en la planta "Dorr". De esta manera, las vagonetas de mineral iban en un plano horizontal todo el camino excepto en este plano inclinado, en el que se bajaban y subían con ayuda de motores, situados en la parte superior del plano.

El cuarzo tenía una pequeña ley de oro que se extraía en el rocambolesco proceso que empezaba en la provincia de Murcia, cuando se obtenía un plomo con contenido aurífero, y acababa en Amberes, donde se separaba el oro del resto de los productos obtenidos en lingotes en las fundiciones murcianas. En el contrato de compra del cuarzo, se especificaba una cláusula para pagar el oro que contuviera el cuarzo. Como se puede comprobar, el proceso de obtención del oro era bastante singular.

Pero en la segunda década del siglo XX, al llegar las labores a unos 80 metros de profundidad de la superficie y alcanzar el nivel de las aguas, se abandonó la mina *"Las Niñas"*. En 1918 aún está parada y se continuaron los trabajos en las concesiones vecinas de *"Ronda y el Resto"* y *"Consulta"*. Aunque en el citado año de 1918 la mina está

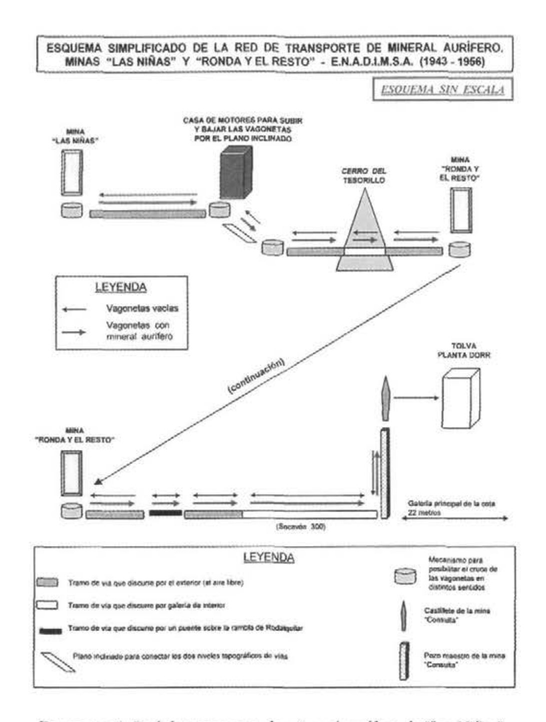
parada, se vuelve a hacer un muestreo en ella y se analiza el material recogido, en la Escuela de Minas de Madrid. Se tomó una muestra arrancando trozos de mineral de todos los frentes visibles y accesibles del interior. El resultado fue de 56,1 gramos de oro/tonelada. También se llega a la conclusión de que en *"Las Niñas"* la metalización es de galena argentífera, carbonatos de cobre, cuarzo aurífero y vetas arcillosas. Hay un filón principal, que es el que ha sido explotado hasta ese momento, y otro a unos 20 metros hacia el este y que no ha sido explotado. Los dos filones son norte - sur y buzan hacia el este.

La actividad será irregular en el primer tercio del siglo XX y estará abanderada por pequeños mineros locales, como la familia Albarracín, más interesados en la especulación minera que en la explotación minera. Con el inicio de la Guerra Civil comenzará un período de inactividad e incautaciones sindicalistas republicanas, en toda la minería de Rodalquilar.

Al acabar la Guerra Civil, los propietarios solicitan ayuda al Estado para poder poner en producción esta explotación pero les será denegada y en el año 1940 la mina será incautada por el Gobierno de la nación.

En 1943 la empresa estatal Adaro acondicionará las maltrechas galerías de la mina y construirá unas infraestructuras de transporte necesarias para poder explotar el mineral aurífero, en una cercana instalación de cianuración, recientemente incautada en Rodalquilar. Esta será la época de máximo esplendor para *"Las Niñas"* ya que se convierte, junto con la vecina mina de *"Ronda y el Resto"*, en uno de los pilares de la minería aurífera en España. Aun se pueden visitar en el campo, los restos de las infraestructuras de transporte e instalaciones auxiliares construidas por el I.N.I. para el transporte del mineral (Esquema 1).

Este momento de esplendor se prolongará hasta la década de los años 1950 cuando son descubiertos los ricos yacimientos auríferos del cerro del Cinto en Rodalquilar y como consecuencia de ello, la mina *"Las Niñas"* será abandonada definitivamente hasta el día de hoy.



Esquema 1. Red de transporte de mineral aurífero de "Las Niñas".

CONCLUSIONES

"Las Niñas" representa en si misma la historia contemporánea de la minería de la Sierra del Cabo de Gata (Almería) y de buena parte de la provincia. Es una mina de pequeño tamaño que explota un yacimiento metálico, que utiliza medios limitados en su laboreo, que sufre la carencia de medios de transporte, que es propiedad de pequeños mineros durante el siglo XIX pero que acaba en manos estatales al acabar la Guerra Civil, que sufre parálisis temporales en momentos de conflictividad social y política pero que luego se reactiva y continúa con sus trabajos. Su característica diferenciadora respecto a otras minas almerienses y españolas, es su capacidad exitosa de cambiar las menas objeto de explotación para poder continuar en actividad.

BIBLIOGRAFÍA

- **Hernández Ortiz, F. 2002:** *El oro y las minas de Rodalquilar.Años 1509-1990.* Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. Madrid, Grafistaff S.L., 263 pp.

Instalaciones metalúrgicas auríferas de amalgamación en Rodalquilar (Almería) durante los años 1925 a 1929

F. Hernández Ortiz
Repsol YPF
fhernandezo@repsolypf.com

RESUMEN

1883 es el año del descubrimiento del oro en Rodalquilar (Almería). La amalgamación fue el método metalúrgico elegido, entre 1925 y 1929, para el primer intento del beneficio del oro.

Palabras clave: Almería, amalgamación, metalurgia, oro, Rodalquilar.

ABSTRACT

1883 was the year of the discovery of gold in Rodalquilar (Almería). Amalgamation was the metallurgy method selected, between 1925 and 1929, in the first purpose of gold benefit.

***Key words:** Almería, amalgamation, metallurgy, gold, Rodalquilar.*

INTRODUCCIÓN

En el año 1925 se pone en funcionamiento la primera instalación metalúrgica aurífera de Rodalquilar, estando abanderada por el capital privado almeriense. Cuatro años después se inaugurará otra instalación de características similares, también abanderada por empresarios mineros almerienses. El objetivo de estas dos instalaciones era explotar el oro contenido en los yacimientos epitermales de las calderas de Rodalquilar y de La Lomilla, haciéndolo a pie de mina y rompiendo con la tradición de enviar el mineral aurífero a las fundiciones murcianas para su beneficio, como producto secundario, en el proceso de fundición del plomo.

INSTALACIÓN METALÚRGICA DE "MINAS AURÍFERAS DE RODALQUILAR, S.A."

En el año 1925 la empresa *Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.* pone en funcionamiento una instalación metalúrgica aurífera que utiliza el método de amalgamación. Las instalaciones se encuentran situadas en el paraje del Madroñal, en la explanada principal de la mina "María Josefa". El impulsor del proyecto es D. Juan López Soler, sobrino de la conocida familia minera de los Albarracín, quienes poseen diferentes minas metálicas en la Sierra del Cabo de Gata.

El señor López Soler había llegado años atrás a Rodalquilar siguiendo los consejos de su tío y comenzó a trabajar en la mina "Las Niñas". Cuando esta mina cierra sus actividades, López Soler busca nuevos yacimientos que explotar y los encuentra, en el año 1915, en la mina "María Josefa", que será la mina aurífera más rica de Rodalquilar durante unas cuatro décadas, pero se encuentra con el problema de necesitar una instalación



Figura 1. Panorámica actual de la instalación metalúrgica de *Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.*

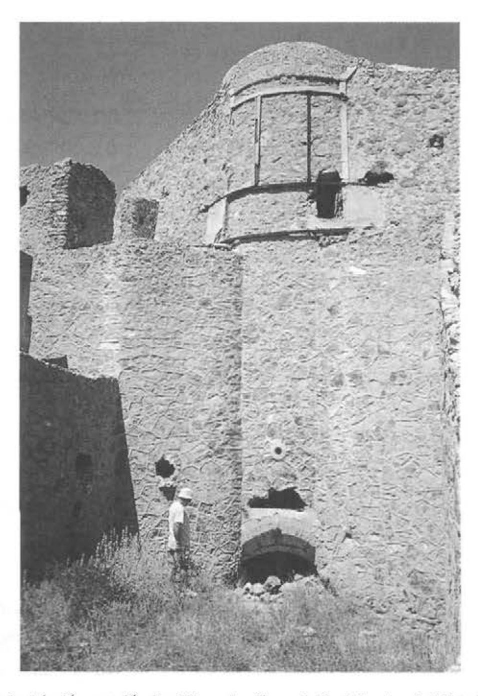


Figura 2. Detalle del horno de cuba de la instalación metalúrgica *Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.* Este horno era utilizado para facilitar la rotura.

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN METALÚRGICA PARA BENEFICIO DE ORO POR AMALGAMACIÓN - MINA "MARÍA JOSEFA" (AÑO 1925)
PROPIEDAD DE LA EMPRESA MINAS AURÍFERAS DE RODALQUILAR, S. A.

MINERAL DE LOS YACIMIENTOS
MOTOR PELTER DE ACEITES PESADOS
14 CABALLOS
(energía para la planta)
HORNO DE CUBA
ELEVADOR DE CANGILONES
MACHACADORA
MOLINO DE BOLAS
MESAS PARA AMALGAMACIÓN
ESQUEMA SIN ESCALA
MERCURIO RECUPERADO
HORNO DE DESTILACIÓN DE LA AMALGAMA
HORNO DE FUSIÓN
LINGOTE DE ORO

LEYENDA

1 - Caldeo de los cuarzos para facilitar su posterior trituración
2 - Mineral aurífero caldeado
3 - Alimentación de mineral aurífero para la machacadora
4 - Mineral aurífero triturado
5 - Mineral aurífero molido
6 - Amalgama oro+mercurio
7 - Mercurio separado del oro
8 - Oro separado del mercurio
9 - Oro fundido

Esquema 1. Instalación metalúrgica de "Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.".

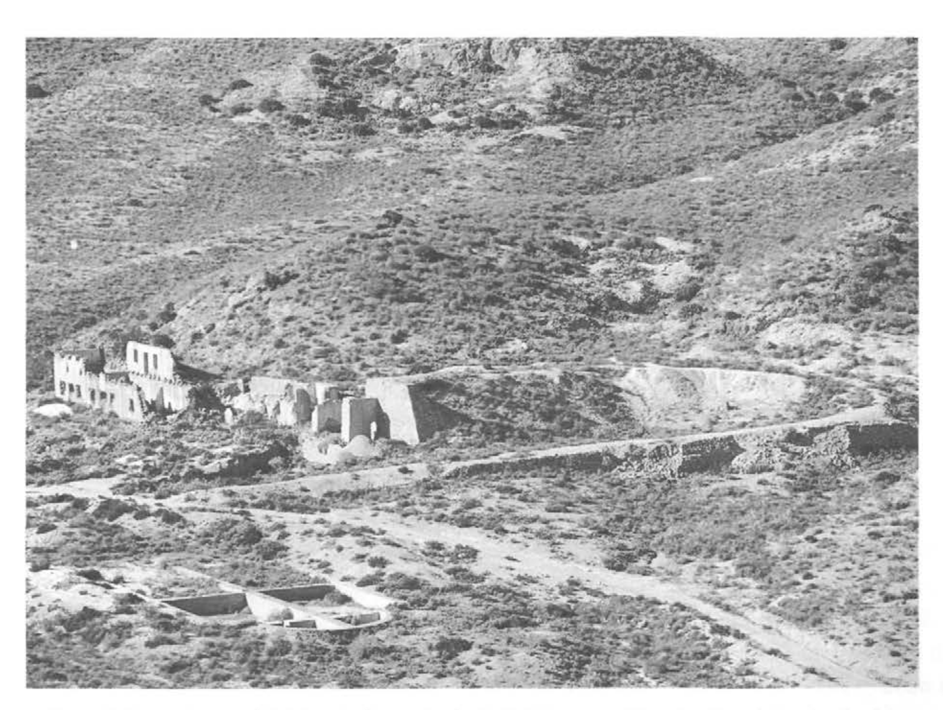
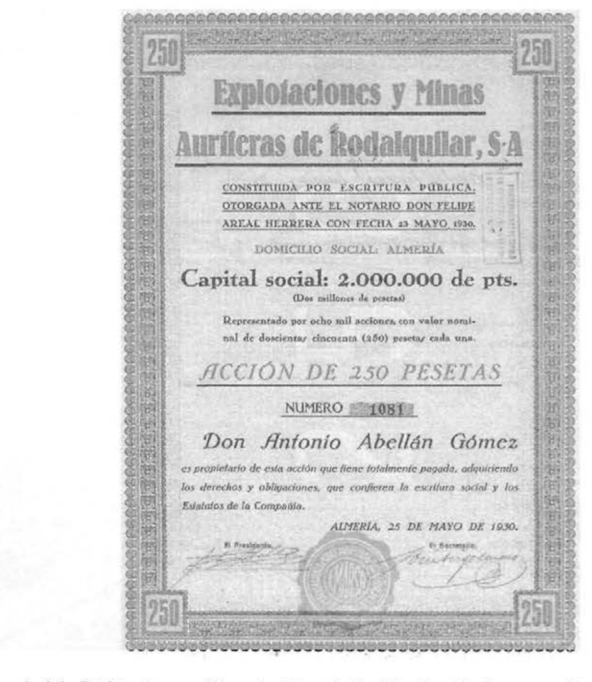


Figura 3. Panorámica actual de la instalación metalúrgica de *Explotaciones y Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.*



Figura 4. Panorámica actual de una de las minas explotadas, en su día, por *Explotaciones y Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.*



250 250

Explotaciones y Minas
Auríferas de Rodalquilar, S·A

CONSTITUIDA POR ESCRITURA PÚBLICA. OTORGADA ANTE EL NOTARIO DON FELIPE AREAL HERRERA CON FECHA 23 MAYO 1930.

DOMICILIO SOCIAL: ALMERÍA

Capital social: 2.000.000 de pts.
(Dos millones de pesetas)

Representado por ocho mil acciones, con valor nominal de doscientas cincuenta (250) pesetas cada una.

ACCIÓN DE 250 PESETAS

NUMERO 1081

Don Antonio Abellán Gómez

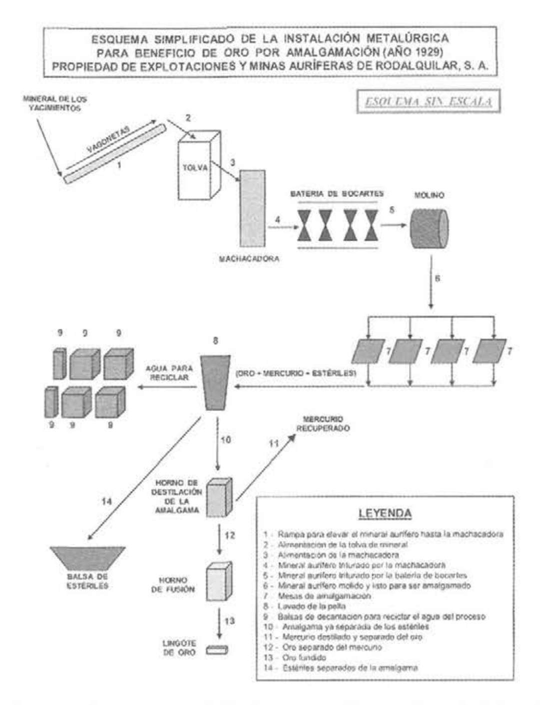
es propietario de esta acción que tiene totalmente pagada, adquiriendo los derechos y obligaciones, que confieren la escritura social y los Estatutos de la Compañía.

ALMERÍA, 25 DE MAYO DE 1930.

El Presidente, El Secretario,

250 250

Figura 5. Acción nominal de *Explotaciones y Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.* (Fuente: Archivo Histórico del Banco de España).



Esquema 2. Instalación metalúrgica de "Explotaciones y Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.".

metalúrgica para beneficiar el oro de los filones. Durante diez años va madurando su proyecto de construcción de la planta de amalgamación, hasta ponerlo definitivamente en marcha en 1925 mediante la empresa *Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.* Un año después se reconoce el fracaso de la tentativa de beneficio del oro debido a problemas técnicos en el proceso de amalgamación, originados al parecer por el caldeo de los cuarzos en un horno de cuba.

INSTALACIÓN METALÚRGICA DE "EXPLOTACIONES Y MINAS AURÍFERAS DE RODALQUILAR, S.A."

En el año 1929 la empresa *Explotaciones y Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.* pone en funcionamiento una instalación metalúrgica aurífera que utiliza el método de amalgamación. El impulsor del proyecto es D. Antonio Abellán, descendiente de una familia minera con éxito en la explotación de la galena argentífera del Levante almeriense durante el siglo XIX.

La planta se encuentra situada en el paraje de la rambla de Las Yeguas, a un kilómetro del pueblo de Rodalquilar, en los terrenos de la mina "California". La maquinaria de la instalación fue fabricada e instalada por la firma alemana *Krupp Grusonwerk* y tenía capacidad para tratar por amalgamación 20 toneladas diarias de mineral aurífero.

La instalación metalúrgica disponía de varias edificaciones, siendo el más importante, un edificio de mampostería con dos plantas de unos 100 metros cuadrados, cada una de ellas y que en su conjunto albergaba un taller de carpintería (planta inferior), un almacén (planta inferior), un taller mecánico (planta inferior), un horno de fundición (planta inferior), una fragua (planta inferior), un salón para trabajos de gabinete (planta superior), cuatro dormitorios (planta superior) y un baño (planta superior).

En 1930, un año después de su puesta en marcha, la instalación detiene temporalmente su actividad pero la realidad será que esa parada se convertirá en definitiva, no aclarándose nunca por parte de la empresa, las causas del cese de las actividades metalúrgicas.

CONCLUSIONES

Las dos instalaciones metalúrgicas auríferas de amalgamación que funcionaron en Rodalquilar entre los años 1925 a 1930, fueron el embrión de lo que posteriormente se convertiría en la minería aurífera más importante de España en los años del gobierno de Franco. Los fracasos de estos dos proyectos mineros, sirvieron de base de aprendizaje a los que llegaron tras ellos y no cometieron los mismos errores. Buena prueba de ello es que sólo un año después del cierre de la instalación de amalgamación de *Explotaciones y Minas Auríferas de Rodalquilar, S.A.*, una empresa diferente y recién llegada a Rodalquilar, lograra el éxito en el beneficio del oro, pero mediante un método diferente al de amalgamación.

BIBLIOGRAFÍA

- **Hernández Ortiz, F. 2003:** *Rodalquilar: Geología, Minería, Metalurgia y Patrimonio Minero.* Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. 714 pp.

La planta Dorr: instalación aurífera de cianuración dinámica en Rodalquilar (Almería) durante los años 1931 a 1936

F. Hernández Ortiz
Repsol YPF.
fhernandezo@repsolypf.com

RESUMEN

El método del cianuro fue la clave del éxito en la minería del oro de Rodalquilar (Almería) en el sudeste de España. La instalación metalúrgica Dorr comenzó su actividad en el año 1933 y alcanzo el éxito en el 1933.

Palabras clave: Almería, cianuro, Dorr, oro, Rodalquilar.

ABSTRACT

The cyanide method was the key of success in the gold mining of Rodalquilar (Almería) in the south-east of Spain. Dorr metallurgic installation starts the activity in 1931 and reach the success in 1933.

***Key words:** Almería, cyanide, Dorr, gold, Rodalquilar.*

INTRODUCCIÓN

En el año 1931 se pone en funcionamiento la primera instalación metalúrgica aurífera de cianuración dinámica en Rodalquilar, abanderada por la iniciativa británica. La introducción de esta tecnología metalúrgica supondrá el éxito técnico y económico en unas minas de oro almerienses que hasta ese momento sólo habían conocido los fracasos en el intento del beneficio del oro a pie de mina. Durante los años comprendidos entre 1931 y 1936, la planta Dorr obtendrá una tonelada de oro como resultado del tratamiento de unas cien mil toneladas de mineral aurífero proveniente de los yacimientos epitermales de la caldera de Rodalquilar.

LA EMPRESA "MINAS DE RODALQUILAR, S.A."

Es en la ciudad de Madrid donde se crea el 29 de octubre del año 1928, la empresa *Minas de Rodalquilar, S.A.*, con el objetivo de explotar los yacimientos auríferos del pueblo almeriense de Rodalquilar, situado en el centro geográfico de la Sierra del Cabo de Gata. Al año siguiente la empresa ya se encuentra presente en Rodalquilar y realiza investigaciones mineras en varias de las concesiones existentes, que dan como resultado el alquiler a sus propietarios de unas 400 hectáreas de las minas investigadas.

Aunque en su Consejo de Administración figuran numerosos españoles, el capital ingles es quien controla la compañía y los técnicos británicos son los que dirigen el día a día de las actividades mineras y metalúrgicas de la compañía en el pueblo de Rodalquilar y en sus minas. El Consejo de Administración de *Minas de Rodalquilar S.A.*, hasta el inicio de la Guerra Civil, estuvo formado por:



Pagado Timbre en metálico según Carta de Pago n.º 5576 fecha 26 de diciembre de 1927.

NÚM. 751

MINAS DE RODALQUILAR

(S. A.)

Capital social 5.500.000 pesetas, representado por 11.000 acciones nominativas de a quinientas pesetas cada una.

CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN

D. Joaquín de Aymerich y Pacheco

Consejero Secretario de "Minas de Rodalquilar S.A."

CERTIFICO:

Que en el libro-registro de acciones que la Sociedad lleva con arreglo a lo dispuesto en el artículo 162 del Código de Comercio están inscriptas a nombre de Don Adolfo Viciana Viciana

tres acciones números 193 al 195.

Madrid, 1 de Julio de 1935.

MINAS DE RODALQUILAR, S.A. — MADRID

Figura 1. Acción de la empresa *Minas de Rodalquilar, S.A.* (Fuente: Archivo Histórico del Banco de España).

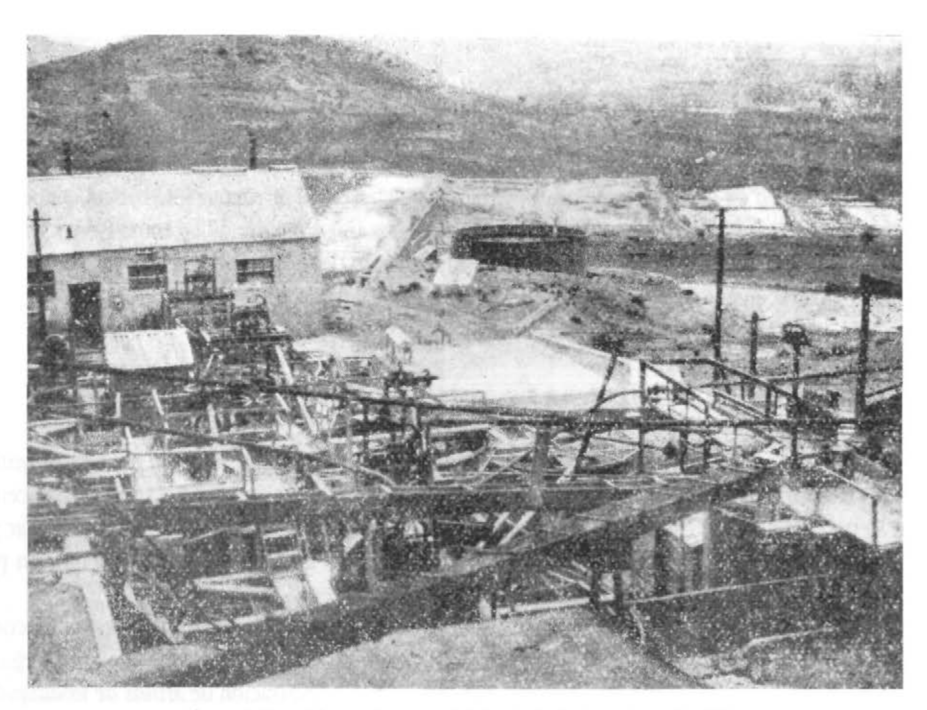


Figura 2. Zona del tratamiento por vía húmeda, de la planta Dorr (año 1935).

Presidente:	D. Fernando Mª de Ibarra y de la Revilla (Marqués de Arriluce de Ibarra)
Vicepresidentes:	D. Nicolás Fuster y Romero
	D. Pedro Albarracín Segura
Consejeros:	D. Restituto de Azqueta
	D. Joaquín Chapaprieta y Torregrosa
	D. Venancio de Echevarría y Cariaga
	D. Jaime Fuster y Otero
	D. Francisco García González
	D. Remigio Jiménez y Cervantes-Pinelo
	D. Emilio Roy
	D. Basil Zaharoff
Consejeros Delegados:	D. Nicolás Fuster y Otero
	D. Ignacio Fuster y Otero
Consejero Secretario:	D. Joaquín de Aymerich y Pacheco
Asesor Técnico:	Mr. Leopold Kesseler, M. Inst. M. M.

LAS MINAS

La empresa británica, hasta 1933 centrará sus actividades mineras de Rodalquilar en las concesiones "Consulta", "Tesoro Aurífero" y "Demasía a Tesoro Aurífero" y a partir de 1935 iniciarán los trabajos en las concesiones "El Triunfo", "Mi Lucía" y "Nuevo Transvaal".

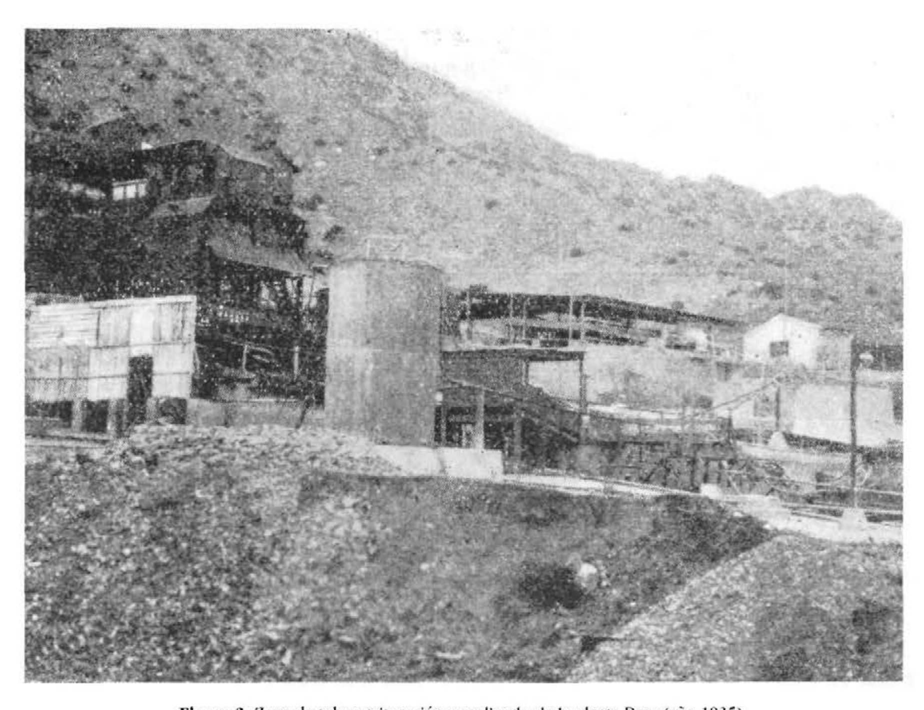


Figura 3. Zona de tolvas, trituración y molienda, de la planta Dorr (año 1935).

LA PLANTA DORR

En el año 1930 la empresa *Minas de Rodalquilar, S.A.* inicia la construcción de una "fabrica de cianuración" en el pueblo de Rodalquilar, estando ya en funcionamiento en el año 1931. La tecnología y los componentes son de la marca DORR, por lo que se le bautizará popularmente como la "planta Dorr". La instalación metalúrgica utiliza el método de cianuración dinámica en tanques y tiene una capacidad de tratamiento que ronda las 80 toneladas de mineral aurífero al día. La Dorr se encuentra situada junto al pueblo de Rodalquilar y logrará por primera vez el éxito técnico y económico en la minería del oro almeriense, funcionado exitosamente bajo la dirección de *Minas de Rodalquilar, S.A.* desde 1931 hasta 1936, cuando detendrá bruscamente su actividad debido al inicio de la Guerra Civil española y las acciones que ello conllevará.

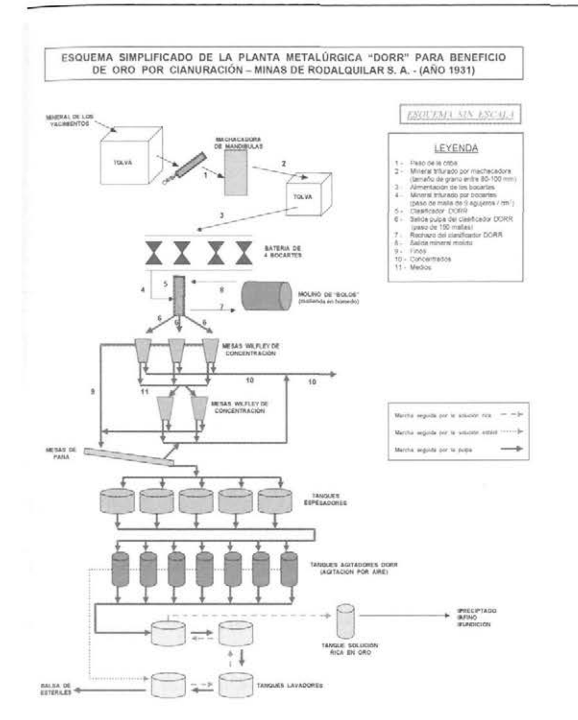
LOS DATOS ESTADÍSTICOS

Año	Toneladas movidas	Kg. Oro obtenidos	producción vendible (ptas.)
1.931	4.178	65	(Sin valorar)
1.932	11.250	128	562.500
1.933	18.241	240	1.920.000
1.934	20.838	236	1.890.928
1.935	20.479	242	1.938.928
1.936	15.517	133	1.203.730
TOTALES	90.503	1.044	7.516.086

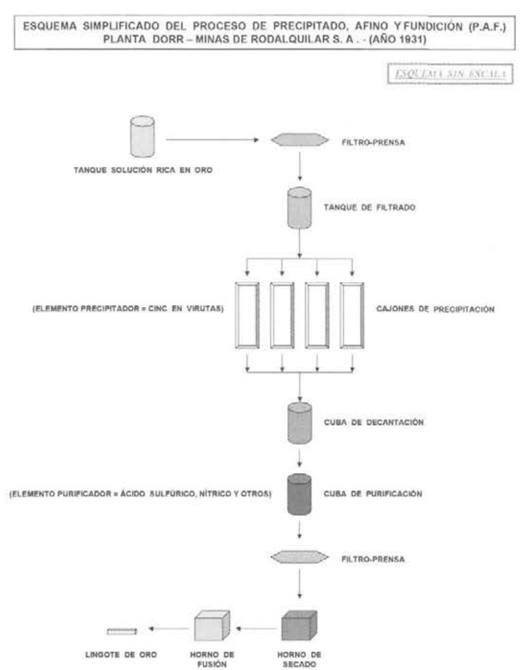
Año	Total trabajadores	Obreros interior	Obreros exterior
1931	196	103	93
1932	204	110	94
1933	250	144	106
1934	245	173	72
1935	123	39	84
1936	Sin datos	Sin datos	Sin datos

CONCLUSIONES

Desde que en el año 1883 se descubre oficialmente el oro de Rodalquilar en la mina "Las Niñas", se sucederán varias fiebres auríferas en la comarca, acompañadas de una serie de tramas especulativas y aventuras empresariales caracterizadas por la falta de medios técnicos y económicos, que irán de fracaso en fracaso hasta la llegada de *Minas de Rodalquilar S.A.*, empresa que rompe con las tradicionales carencias técnicas y económicas y afronta la explotación del oro almeriense con verdaderas ideas empresariales y no con las tradicionales ideas especulativas. El éxito de la compañía será tan rotundo que la planta Dorr se mantendrá en funcionamiento durante 25 años, aunque la gran mayoría de ellos será tras la incautación estatal posterior a la Guerra Civil española. Pero eso ya es otra historia.



Esquema 1. Trituración, molienda y tratamiento por vía húmeda en la Planta Dorr.



Esquema 2. Precipitación, afino y fundición en la Planta Dorr.

BIBLIOGRAFÍA

- **Hernández Ortiz, F. 2003:** *Rodalquilar: Geología, Minería, Metalurgia y Patrimonio Minero.* Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. 715 pp.

Un tema de arqueología industrial poco estudiado: los ferrocarriles aéreos. El ejemplo de la línea de ventisiete kilómetros entre las minas de Tiergas y Calatayud (Aragón)

Ph. Vivez
Traducciones: Mari Carmen ROMERO SUBRA (español) y Christine VRIGNAUD-MONIOT (inglés).

RESUMEN

En el siglo XIX, los ferrocarriles revolucionaron la organización de los transportes. Sin embargo, sólo podían subir pendientes poco inclinadas y necesitaban construir puentes, viaductos y túneles para franquear los obstáculos naturales.

A finales del mismo siglo, los ferrocarriles aéreos provocaron una revolución similar en las zonas accidentadas. Sustituyeron las caravanas seculares de mulas, que permitían transportar mucho más rapidamente todo tipo de materiales en mayor cantidad.

También permitieron alcanzar zonas de explotación que antes eran demasiado alejadas para ser rentables, favoreciendo así el desarrollo de la minería española.

No obstante, un tema industrial tan important casi no se conoce porque le han dedicado pocos estudios.

El ejemplo de la línea entre la mina Santa Rosa (Tierga) y Calatayud podría ser un buen tema de estudio.En 1916, era la de mayor longitud de España, con 26.821 m. Contaba con dos estaciones intermedias (de las que una proporcionaba la fuerza motriz), una estación de ángulo y siete estaciones de tensión. Franqueaba una vía de ferrocarril, tres ríos, trece caminos y carreteras con tantos cuantos puentes de protección.Tenía un vano (distancia entre dos caballetes) de 825 m y otro de 904. Las vagonetas eran de cuatro ruedas, de 360 kg de peso en vacío y carga máxima de 500 kg. Circulaban 492 baldes colocados a 110 m de distancia con una velocidad de 2,75 m/s (10 km/h) o sea una capacidad horaria de 45 toneladas.

Sin duda su construcción tuvo un gran impacto en Calatayud y sus alrededores. Esta realización merecería salir del olvido en el que se encuentra hoy.

Palabras clave: Cables aéreos, Calatayud, minería siglo XX.

ABSTRACT

In the 19th century, the organization of transport was revolutionized by the coming of railways.As they were able to go up along only gradual slopes, bridges, viaducts, tunnels had to be built up to get through the natural obstacles met on their way.

By the end of the 19th century, transport in more hilly and steep areas was similarly revolutionized by the "aerial railways". They replaced the traditional mule-drawn carts and carried all sorts of goods much faster and in greater quantities.

However, this point of industrial archaeology has never been actually much publicized, as hardly any scientific research has been done so far.The example of the 2681-meter-long track running between the mines of Tierga could be a good subject for research and work.

Key words: *Aerial wires, Calatayud, 20th century.*

UNA REVOLUCIÓN EN EL TRANSPORTE DE LA MINA

Al salir de la galería de mina, la vagoneta abandona el contenido de mineral, que seguía su recorrido hasta el lugar donde sería tratado. Dicho recorrido empezaba por tolvas y podía continuarse por canales inclinados o ferrocarriles, que eran de vía estrecha o de vía normal. Pero si la zona de llegada se encontraba en parajes más o menos

escabrosos, estos medios de transporte tendrían dificultades para franquear los obstáculos. Por este motivo, a partir de finales del siglo XIX, se desarrolló la técnica de los *ferrocarriles aéreos*, trenes de vagonetas que se desplazaban a lo largo de cables aéreos, técnica que llegó a ser un eslabón imprescindible en el proceso de explotación.

Revolucionaron el transporte en las zonas accidentadas como los ferrocarriles terrestres lo hicieron en las zonas llanas. Sustituyeron las caravanas seculares de mulas, permitiendo así el transporte mucho más rápido de todo tipo de materiales en cantidades mucho más importantes en terrenos quebrados. *"Ninguna otra vía, en efecto, salva mejor que el [ferrocarril aéreo] los obstáculos naturales como valles, ríos, torrentes, etc., ni cruza más fácilmente vías de otra índole, como carreteras, ferrocarriles o canales, gracias a la posibilidad de instalar trayectos o* tiradas *de hasta 1.500 metros sin un solo apoyo, ni permite tampoco salvar desniveles de tanta importancia con pendientes de hasta 50 o 60 por 100*[1]*"*. Por eso, *"en muy pocos años [los ferrocarriles aéreos] hayan alcanzado la enorme importancia a que hoy llegan en todos los países, no siendo España el más atrasado en la materia, pues se transportan hoy por ese procedimiento, cerca de 6.000.000 de toneladas anuales de mineral, en una longitud total de estas vías muy próxima a 450 kilómetros*[2]*"*.

Sus capacidades de franqueamiento permitieron alcanzar zonas de explotación que antes eran demasiado alejadas para ser rentables, favoreciendo así el desarollo de la minería española. Este punto podría ser un interesante tema de estudio.

FABRICACIÓN INDUSTRIAL, MONTAJE ARTESANAL

El sistema de construcción de estas instalaciones (castilletes, estaciones de varios tipos, etc.) podía utilizar la madera o el hormigón. Pero a menudo, utilizaba una técnica similar al "meccano": se combinaban entre ellos un número limitado de elementos (como hierros planos, perfilados en L, perfilados en U) unidos entre ellos por tornillos y tuercas. Se eligió este sistema por dos razones: en esa época la soldadura no era aún suficientemente autónoma como para ser utilizada en zonas de montaña así pues no se podían fabricar grandes estructuras con refuerzos soldados. Además, los diferentes elementos debían ser lo bastante ligeros como para ser transportados por mulas o cargados a hombros o bien aún subidos con cuerdas a sitios poco accesibles. La elaboración y el montaje de este sistema eran muy sencillos, pero se requería mucha habilidad para llegar a obtener un resultado adecuado, de lo contrario los castilletes se enroscarían y los rodillos no estarían alineados, lo que provocaría un desgaste rápido, incluso el descarrilamiento del cable. Este tipo de construcción es pues el testimonio de una época que utilizaba los materiales fabricados de manera industrial pero que requerían aún el saber y la habilidad del artesano.

No obstante, un tema de arqueología industrial tan importante como éste, apenas se conoce, y va borrándose poco a poco de la memoria colectiva, porque goza de muy pocos estudios de investigación.

EL EJEMPLO DE LA LÍNEA TIERGA-CALATAYUD

El ejemplo de la línea entre la mina Santa Rosa (Tierga) y Calatayud podría ser un buen motivo de estudio para ilustrar este tema, porque fue la de mayor longitud de España con 26.821 m.

Pero de ella sólo conocemos cinco fotos, el perfil de la línea y los siguientes datos:

[1] BARÓ Fernando (1916) *Estudio sobre el cálculo, trazado e instalación de los funiculares aéreos aplicados al transporte minero*, legado Gómez-Pardo, Madrid, p. 6.

[2] id.

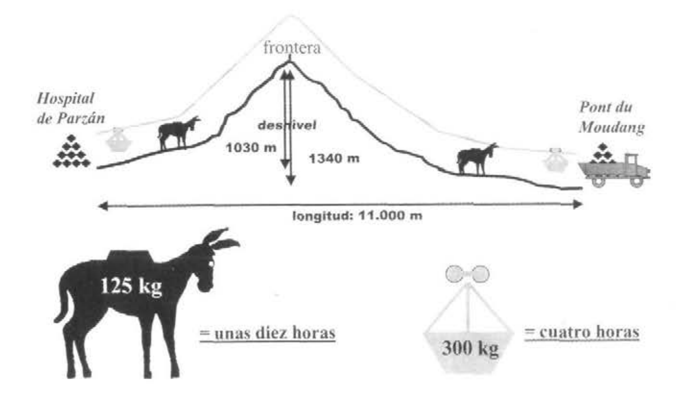


Figura 1. Transporte de la galena desde el Hospital de Parzán hasta el Pont du Moudang 1912-1928. Comparación entre el transporte por mula y el transporte por cable aéreo (el Transpirenaico). *"Los ferrocarriles aéreos sustituyeron las caravanas seculares de mulas, permitiendo así el transporte mucho más rápido de todo tipo de materiales en cantidades mucho más importantes en terrenos quebrados".*

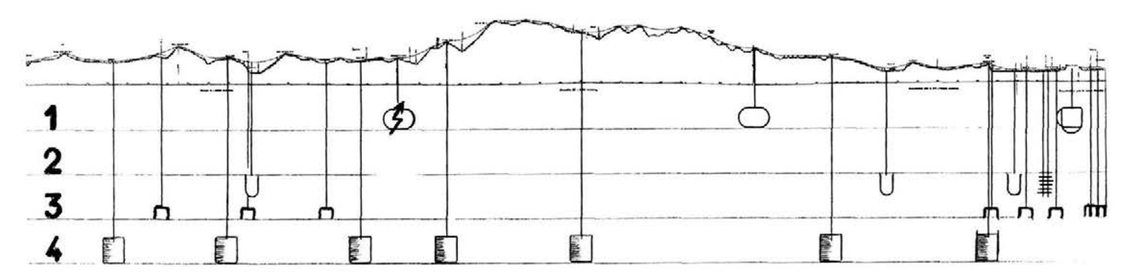
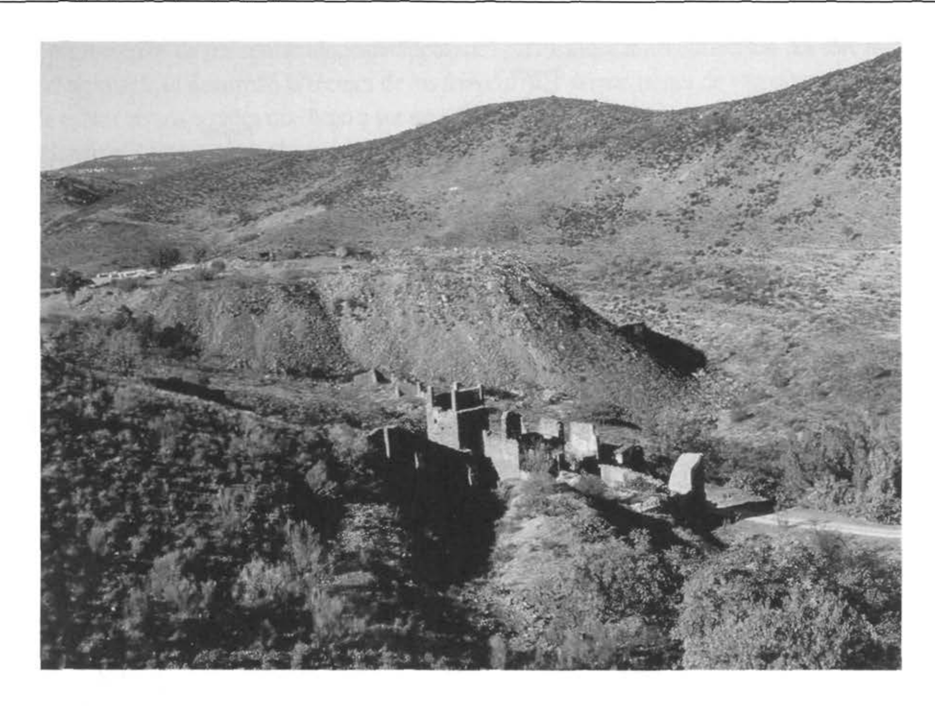


Figura 2. Funicular aéreo de la mina Santa Rosa (Tierga) a la estación de Calatayud. (Ferrocarril central de Aragón). Perfil línea. 1: estaciones intermedias (no hay símbolos para las estaciones de carga y de descarga). La primera estación intermedia proporcionaba la fuerza motriz. La tercera era una estación de ángulo: la dirección de la línea giraba de noventa grados a la derecha. 2: río Aranda, río Ribota, río Jalón, vía de ferrocarriles Madrid-Zaragoza. 3: puentes de protección por encima de las carreteras. 4: estaciones de tensión. (Dibujo de la empresa *Pohlig*, Colonia).

- tricable[3] Pohlig (Colonia) con:
- 4 secciones
- 3 estaciones intermedias, con una de ángulo, una con motor Siemens de 5.000 voltios y 120 H.P.
- 7 estaciones tensoras
- 245 apoyos metálicos
- 2 vanos (espacios entre dos castilletes) de 825 y 904 metros
- cables-vías de 32 y 23 mm, cable tractor de 18 mm
- 492 vagonetas de cuatro ruedas, cada una de:
- 360 kilógramos de peso en vacío
- 500 kilógramos de carga máxima, colocadas a:
- 110 m de distancia
- 2,75 metros por segundo de velocidad (10 km/h)
- 45 toneladas de capacidad horaria

[3] tricable : dos cables-vías y un cable de tracción. Sobre los fotos, soló se ve un cable-vía.



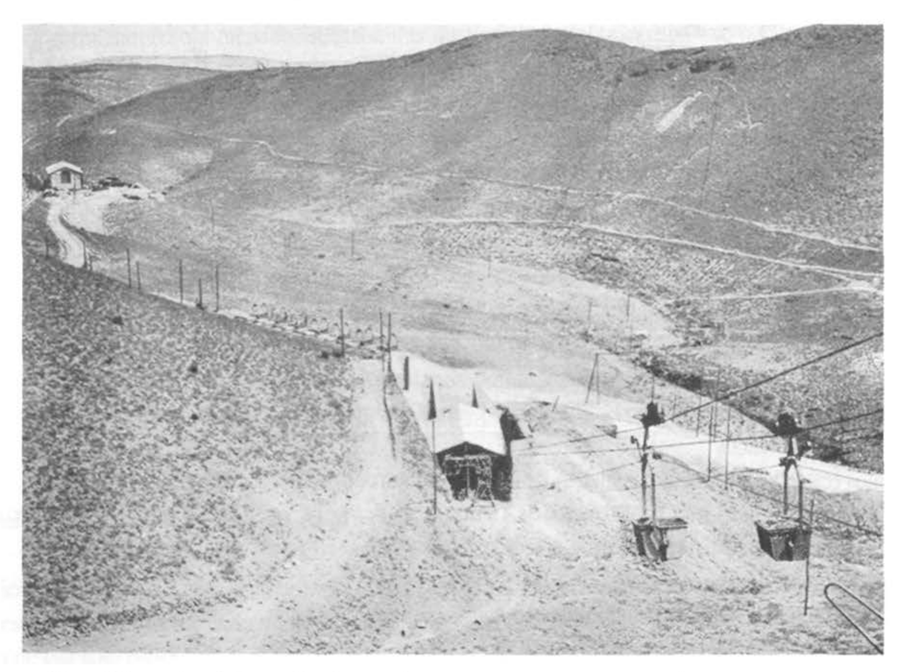


Figura 3. Foto antigua de la estación + foto actual. A la izquierda, podemos ver una trinchera excavada en la roca, el emplazamiento de la antigua vía del ferrocarril donde llegaba el mineral, y el terraplén de cargamento. Un edificio antiguo ha sido sobrealzado y actualmente, lo utiliza la empresa PROMINDSA. De la estación del cable aéreo sólo se conserva la excavación para los cimientos, en la que se destacan los pozos de los contrapesos(no visibles en la foto). (Foto *"Compañía Aragonesa de Minas, Zaragoza*, y autor).

La línea franqueaba una vía de ferrocarril, tres ríos, trece caminos y carreteras protegidos con nueve "puentes protectores[4]".

Sin duda su construcción tuvo un gran impacto en Calatayud y en sus alrededores, en la vida económica y social. A modo de anécdota, Adolfo Cebollada Martínez, jubilado de la RENFE en Calatayud, nos contó que la almagra que tranportaban las vagonetas quedaba en el suelo, sobre los cables, una línea colorada de 27 km de longitud. Cerca de la estación de ferrocariles, un edificio, que aún puede verse al lado de la carretera, estaba situado sobre el trayecto y algunos lo llamaban *"la casa roja"*.

El estudio de los archivos y la compilación de los testimonios, todo está por hacer.

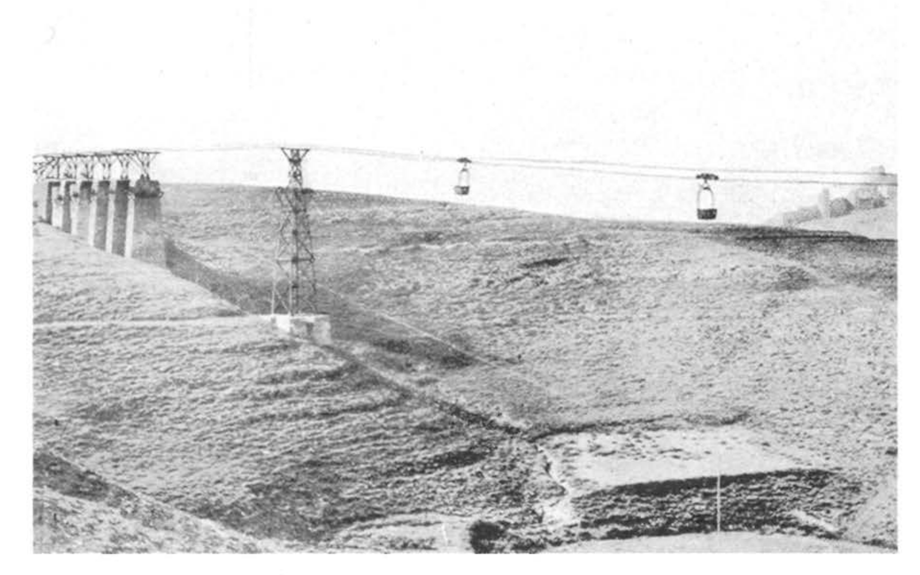


Figura 4. Trozo de la línea y estación de tensión cerca de Calatayud.
Foto antigua de la línea con castillo de Calatayud. Estación de tensión n° 7, antes de cruzar el río Jalón y llegar a la estación de descarga. (foto *"Compañía Aragonesa de Minas, Zaragoza*).

A LO LARGO DE LOS CABLES DESAPARECIDOS

En el campo, en la zona de la mina actual de almagra que sigue aún funcionando, podemos ver el emplazamiento de la antigua vía del ferrocarril donde llegaba el mineral, una trinchera excavada en la roca y el terraplén de cargamento. Un edificio antiguo se ha sobrealzado y lo utiliza actualmente la empresa PROMINDSA. De la estación del cable aéreo sólo se conserva la excavación para los cimientos, en la cual se destacan los pozos de los contrapesos. Con el fin de que los castilletes sean de poca altura, se ha excavado el suelo. Así, las trincheras que se encuentran en las cumbres permiten seguir el itinerario de la línea en el campo. A partir de la primera cumbre excavada, los prismáticos permiten observar a unos dos kilómetros y medio la cumbre siguiente en la cual se perfila una escotadura

[4] id., p. 142.

y una roca gorda que es, en realidad, la ruina de la choza de los vigilantes del cable aéreo. Entre las dos cumbres, la línea pasaba por encima de campos y almendrales, en las cuales se nota un montón de piedras singular. Al acercarse a este montón, se observan trozos de murallas desprendidas y cuartos de cilindros, de casi un metro cúbico cada uno, constituidos de un hormigón grosero, con muchas más piedras que cemento. Estos cuartos de cilindros estaban encajados en una estructura metálica, formando los contrapesos de tensión de los cables. Estamos, según el dibujo del perfil de la línea, en la estación de tensión n° 1.

Al seguir el trazado de la línea en su totalidad, podría obtenerse la descripción arqueológica de la instalación. Además, al añadir el estudio de los archivos y la compilación de los testimonios, quizás se pudiera lograr sacar del olvido, en que se encuentra en la actualidad, este espectacular representante de los ferrocarriles aéreos.

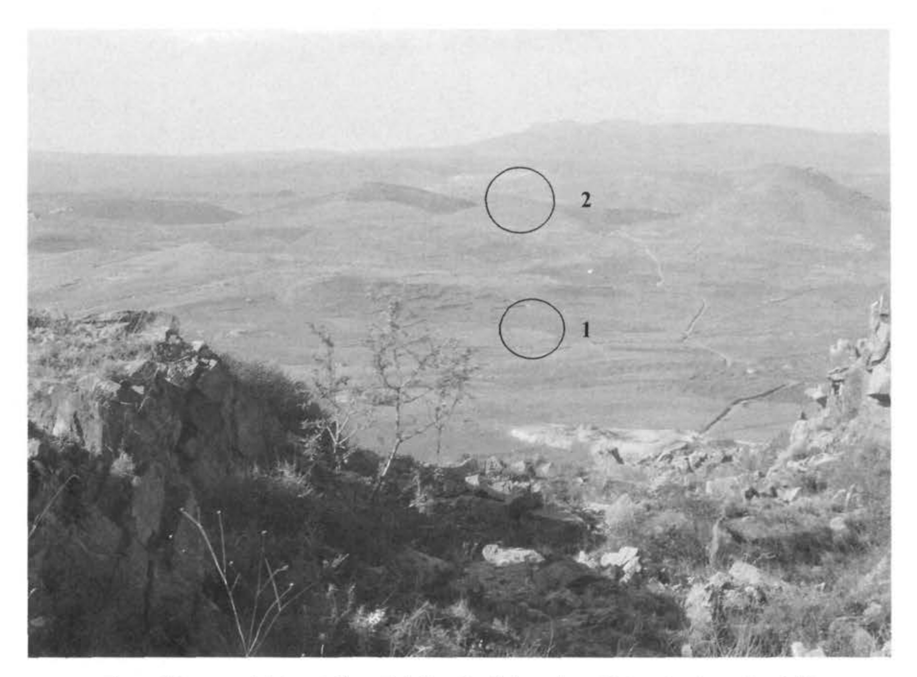


Figura 5. Foto actual de las trincheras de la línea. Desde la trinchera del *"pasaje sobre railes n° II"*, mirando al norte, se adivinan los hallazgos de la estación de tensión n° 1 (1), a la orilla del almendral, y la trinchera del *"pasaje sobre raíles n° I"* (2). (Foto Yves Vignau).

BIBLIOGRAFÍA

- **Mapas 50.000 Dirección general del Instituto Geográfico y Cadastral**, 1957 "Calatayud" n° 409, 1955 "Illueca" n° 381.
- **Baró, F. 1916**: *Estudio sobre el cálculo, trazado e instalación de los funiculares aéreos aplicados al transporte minero*, legado Gómez-Pardo, Madrid, 144 pp.
- **Blas Sorribas. 1898:** "Demande d'autorisation pour l'installation d'un câble aérien / Solicitud de permiso para instalar un cable aéreo", Archives départementales de Tarbes (65), S 332.
- **Bleichert (empresa). 1910:** *Installations de transport et de transbordement* (catálogo), Ad. Bleichert et Cie, 42 rue du Louvre, Paris, 64 pp.
- **Dieterich, A. 1887:** *Die Erfindung der Drahtseilbahnen (La invención de los ferrocarriles aéreos)*, Wilhelm Engelmann editorial. Leipzig.

- **Dubois, C. 1998:** "Un patrimoine industriel menacé et méconnu : les transporteurs par câbles aériens du XIXe siècle. Le cas pyrénéen". *Coloquio Archéologie et Histoire industrielles: les outils de la recherche*, CRESAT, Mulhouse, mai 1998.
- **Esteyco (Fundación). 1995:** *En torno a Leonardo Torres Quevedo y el transbordador del Niágara*, Fundación Esteyco, Madrid, 104 pp.
- **Gallardo, J.Mª. 1997:** *Los funiculares y teleféricos españoles*, monografía del ferrocarril/6, Lluis Prieto Editor, Barcelona, 292 pp.
- **Gennesseaux, J. 1992:** *Funiculaires et crémaillères de France*, La vie du rail, Paris, 232 pp.
- Gros. 1887 novembre. "Câbles porteurs aériens", *Annales des ponts et chaussées.*
- **Huard, Lucien. 1882/1883?:** "Les mines et les carrières, transports de matériaux" *Le monde indusriel, découvertes, inventions modernes, grandes usines, arts industriels, petits métiers*, pp. 492-497. L. Boulanger, 83 rue de Rennes, Paris, 1196 pp.
- **Knab, L. ¿despues de 1878?:** "câble aérien", *La grande encyclopédie, inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts*, pp. 622-627. Société de savants et de gens de lettres (BERTHELOT André, secrétaire), Paris.
- **Lami, E.O. 1883:** "chemin de fer aériens", *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels*, tome III, pp.271-218. Librairie des dictionnaires, Paris.
- **Levy-Lambert, A. 1894:** *Chemins de fer funiculaires et transports aériens*, Baudry, Paris, Liège, 344 pp.
- **Levy-Lambert, A. ¿despues de 1894?:** *Chemins de fer funiculaires et transports aériens*, 2ème édition, Gauthier Villars, Paris, 526 pp.
- **Pierre, L. 1909:** *Etude sur les transporteurs aériens*, éditions Ch. Béranger, Paris, 154 pp.
- **Romero Ortiz de Villacian, J. 1929:** "Los filones de galena de Bielsa y Parzán", *Boletín oficial de minas y metalurgía*, año XII, núm. 150, pp. 1137-1143.
- **Schneigert, Z. 1964:** *Téléphériques et transporteurs aériens*, éditions Eyrolles, Paris.
- **Stephan, P. 1912:** *Les chemins de fer aériens. Leur construction et leurs applications*, (traduit de l'allemand par A. MOREAU, Arts et Métiers), Paris, L. GEISLER, 1 rue Médicis, 227 pp.
- **Thierry y Demonet. 1894:** *Etude sur les câbles aériens*, Bulletin de la Société Industrielle de l'Est.
- **Vivez, Ph. 2001:** "Le chemin de fer aérien des mines de Pierrefitte (65)", *Lavedan et pays toy* n° 32, spécial 2001, pp. 89-100, Société d'Etudes des sept vallées, Lavedan et pays toy.

Los últimos hornos morunos para yeso de Ciempozuelos, Madrid

O. Puche Riart*, L.F. Mazadiego Martínez*, L. Jordá Bordehore* y D. Carvajal García**
*E.T.S.I. Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
**SEHA.
opuche@dinge.upm.es - lmazadiego@dermos.upm.es - luis_etsim@hotmail.com - ayarzag@platea.pntic.mec.es

RESUMEN

Con motivo del proyecto de investigación de la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid (en Humanidades y Ciencias Sociales): "Arqueología Industrial: Conservación del Patrimonio Minero-Metalúrgico madrileño (III)" hemos identificado decenas de hornos antiguos de yeso, en el Mioceno de la cuenca de Madrid, tal es el caso de Aranjuez, Brea de Tajo, Ciempozuelos, Colmenar de Oreja, Chinchón, Nuevo Baztán, Pezuela de las Torres, Tielmes, Valderacete, Valdemoro, Villar del Olmo, Villarejo de Salvanés, etc. También hemos encontrado algún vestigio en relación con los yesos cretáceos (hasta hace poco considerados del Paleógeno) del sinclinal de Torrelaguna.

Esto ha venido acompañado de entrevistas a antiguos productores, todos muy mayores, en Colmenar de Oreja, Pezuela de las Torres, Villarejo de Salvanés o, como es este caso, Ciempozuelos. Esto nos ha permitido recuperar una serie de datos que se perderán cuando ellos fallezcan, que por su edad no será dentro de mucho.

Los procesos de industrialización del país, en los años del desarrollismo, hicieron que industrias minero-metalúrgicas artesanas, algunas funcionando desde épocas inmemorables, desaparecieran para dejar paso a procesos mecanizados modernos, donde se reducían tiempos y costes de producción, generando la falta de rentabilidad de fábricas históricas.

Palabras clave: Madrid, Patrimonio Minero-Metalúrgico, Yeso.

ABSTRACT

As a result of the research project entitled "Industrial Archaeology: Preservation of the Mining and Metallurgical Heritage in Madrid (III)" we have identified tens of old kilns for gypsum in the Madrid's Miocene basin. This project is granted by the Council of Education and Culture of the Community of Madrid, on the branch called Humanities and Social Sciences. The productive areas covered have been Aranjuez, Brea de Tajo, Ciempozuelos, Colmenar de Oreja, Chinchón, Nuevo Baztán, Pezuela de las Torres, Tielmes, Valderacete, Valdemoro, Villar del Olmo, Villarejo de Salvanés, etc. We have also identified mining remnants related to Cretaceous gypsum (considered as Palaeogene till recent years) in the Torrelaguna syncline. All this research has been undertaken together with interviews with craftsmen, all of them very old, in Colmenar de Oreja, Pezuela de las Torres, Villarejo de Salvanés, or as in this case in Ciempozuelos. We have recovered important notices and histories which could have been lost for ever. The industrialisation of Spain in the peak of developing years caused the end of craftsmen mining's and metallurgical methods, some of the ancient. Newest techniques, more efficient both economically and industrial were instead introduced.

Key words: *Gypsum, Madrid, Mining and Metallurgical Heritage.*

DATOS HISTÓRICOS

Ni en las Relaciones Topográficas de Felipe II (s. XVI), ni en las de TOMÁS LÓPEZ (s. XVIII), ni en los diccionarios geográficos de SEBASTIÁN MIÑANO (1826) o PASCUAL MADOZ (1847), ni en la estadística provincial de Madrid

de FRANCISCO JAVIER DE BONA (1868), ni en la Estadística Minera (s. XIX-XX) se menciona la producción de yeso en Ciempozuelos. Suponemos que esto se debe al escaso precio del producto y a su consumo local.

Sin embargo los dos hornos morunos de D. ANTONIO DE LA TORRE (fig. 1), en la calle Capitán de Oro Pulido, 6, de Ciempozuelos han funcionado ininterrumpidamente desde1924/26 hasta mediados de los años 70. Uno de ellos fue derribado en 1974, pero todavía se conserva el otro, construido hacía 1970.

En la yesera trabajaban el padre de D. ANTONIO, la madre y sus diez hermanos (en total eran siete varones y cuatro hembras), así como una tía, que iba con un pollino repartiendo el yeso por el municipio.

En Ciempozuelos también existía otra fábrica de yeso, la de D. MANUEL RODRÍGUEZ que cerró antes de la muerte de FRANCO. Asimismo hubo otra, propiedad de los SÁNCHEZ, que estuvo funcionando antes de la Guerra Civil. Todo indica la existencia de una cierta tradición en la producción yesera.

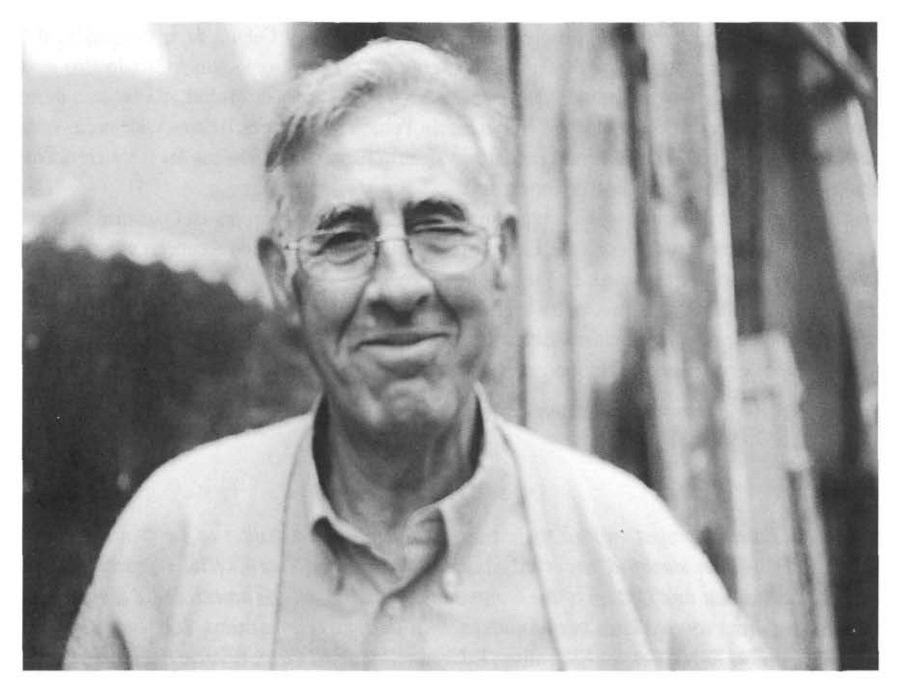


Figura 1. D. Antonio de la Torre, el último yesero de Ciempozuelos.

Esta tradición se extendía a los pueblos limítrofes. A mediados del siglo XX en Valdemoro funcionaban ocho o nueve yeseras, produciendo también escayola que se vendía en parte en Madrid. En San Martín de la Vega había una fábrica antigua. Sin embargo, en Titulcia no había hornos.

MINERÍA

Pese a la abundancia de yeso en las cercanías del pueblo, las canteras estaban a 1,5 km de distancia de Ciempozuelos, más allá de la ermita del Consuelo. Suponemos que estamos ante una minería de acceso por el propietario del terreno y que se realizaría donde la familia DE LA TORRE tenía tierras.

Se trata de una minería a cielo abierto, con explotación por bancadas. Había cinco capas que, de muro a techo eran las siguientes: 1.-Suela. 2.-Los Solones. 3.-Getafense. 4.-De Enmedio. 5.-Espuma. Inicialmente se extraían bloques empleando barrenos manuales. Luego se introdujeron el compresor y el explosivo (dinamita y pólvora). Algunos bancos admitían mejor la dinamita que otros.

Para conseguir explosivo hacían falta diversos papeles, tales como los certificados de penales (expedidos por el Ministerio de Justicia) y de buena conducta (por la Guardia Civil local). Los pedidos debían ir avalados por la Guardia Civil (estos se solicitaban por lo general de 50 en 50 kg). Tras la Guerra se les reclamaba a los productores mineros un parte de dinamita diario, pero tanto papeleo no se podía soportar y la situación duró poco.

El explosivo lo recogían en unos polvorines situados en las afueras del pueblo de Vallecas. Se desplazaban dos personas a Madrid en transporte público y en el Puente de Vallecas cogían una furgoneta que hacía de autobús hasta el pueblo. Cada uno traía 12,5 kg hasta Ciempozuelos. Así, la dinamita viajaba en medios de transporte público sin ninguna medida de seguridad. En los últimos tiempos servían el explosivo a domicilio del cliente, sólo bastaba rellenar una Guía de Explosivos que se entregaba en el cuartelillo de la benemérita.

Los bloques extraídos en cantera se troceaban "in situ", a mano, mediante picos y mazos. Cuando el material tenía el tamaño propicio se preparaba el transporte. Inicialmente se realizaba con carros, en los últimos tiempos fueron sustituidos por tractor y remolque.

PROCESO DE CALCINACIÓN

CARGA

Existían dos hornos, situados muy próximos, con una capacidad de 28.000 y 25.000 kg de carga respectivamente. El mayor de ellos fue derribado y no quedan vestigios de él. Del otro quedan buena parte de los muros, porque ha permanecido como pequeño almacén (fig. 2). Mientras se llenaba un horno se cocía el yeso en el otro.

Empezaban por el interior del horno haciendo un cilindro, pegado a sus paredes, con trozos de piedra de yeso lo suficientemente gruesas. Luego, sobre éste, se iba levantando una bóveda, a base de añadir nuevos fragmentos. En el centro de la cúpula se introducía una piedra troncopiramidal, para su cierre y estabilidad. Este proceso de abovedado se llamaba cerrar el horno y su tiempo variaba con el operario; así D. LUIS ONTIVEROS, especialista de Valdemoro que trabajó en estos hornos, tardaba unas 4 horas en la operación, otros menos duchos empleaban 6 horas e incluso más.

Por los lados de la bóveda se añadían piedras de tamaño medio (3 o 4 Kg), mientras que por el centro del horno se disponían las más gordas (20-25 kg, hasta 30 kg). Los huecos se rellenaban con los ripios (fragmentos con diámetros de 10 cm o menos). Al final, todo el espacio cilíndrico del horno estaba lleno, sobresaliendo incluso algo la carga, a modo de cuerpo troncocónico.

A las dos horas de cocción se añadía justo la granza, gravilla que se había obtenido por cribado antes de la carga. Esta se echaba por la parte superior central del horno, para cortar el fuego. A las 4 ó 6 horas se echaba por encima la tierrecilla, al igual que la granza (pero era más fina) y con el mismo fin.

COCCIÓN

El combustible era el disponible en cada momento. La cocción con carbón era más lenta y el proceso duraba

más de 10 horas. Con leña gorda los tiempos se reducían a 6-7 horas. Con ramón u otros elementos leñosos finos, tal es el caso de retamas e incluso juncos, la duración era de unas 6 horas. No se empleaba sarmiento, por su flojura. La carga del combustible se realizaba por debajo del cuerpo abovedado, en el que se había dejado una puerta de carga (justo coincidiendo con la puerta del horno, como es obvio).

Por los bordes del horno salía un humo grueso o espeso, mientras que por la parte central escapaba vaho (vapor de agua) procedente de la deshidratación del yeso. Por el humo se sabía cómo iba el proceso.

Para comprobar el estado de la cocción un operario subía por una escalera de ladrillo (situada frente a la puerta de carga) a la parte superior del horno y pisaba en el borde para ver como estaba el yeso. Luego con un pico se excavaba en tres puntos, separados a 90°, y sacaban un canto gordo de cada uno. Estos trozos los machacaban y en función de su estado se decidía si continuaba o no con la cocción.

Cuando terminaba la cocción se tapaba todo con material menudo, para que se recociera. Luego se hundía el horno.

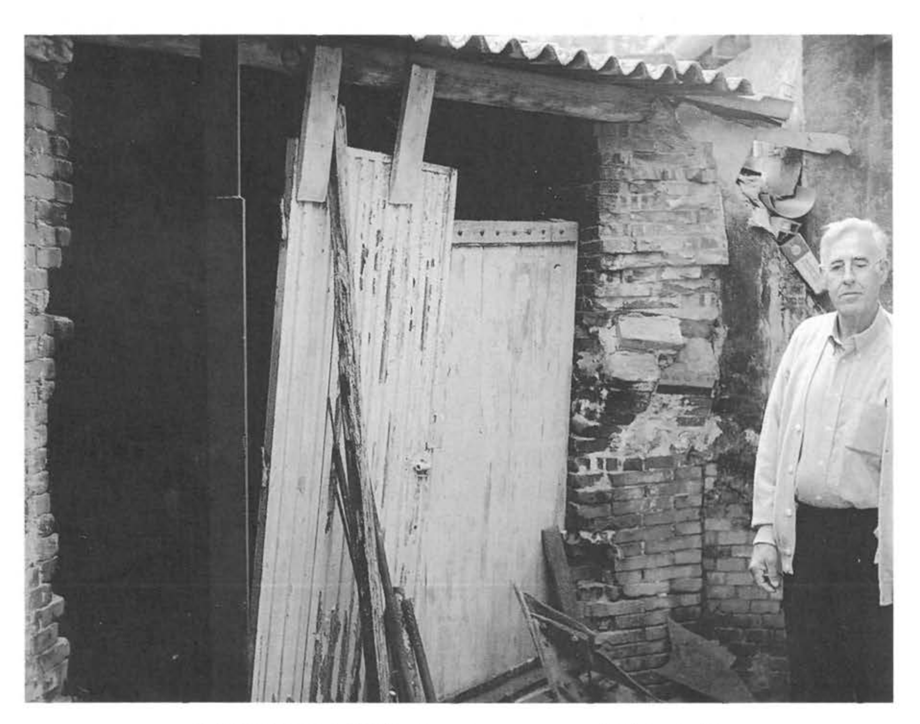


Figura 2. Los restos del útimo horno moruno para yeso de Ciempozuelos.

Casi nunca se hundía el horno sólo por sí sólo, había que hacerlo de forma forzada. La actuación necesaria para el derribo era quitar unas barras planas que conformaban la parte superior de la puerta en la bóveda, luego se daban unos golpes en el muro de yeso y este caía, formándose una gran polvareda.

Con cada horno se hacían hasta tres hornadas a la semana. En invierno se trabajaba menos y se dedicaba más tiempo a la cantera. Los hornos operaban todo el año. Tenían un tejado de teja árabe que los cubría, con la correspondiente chimenea para dar salida a los humos, así no los perjudicaba la lluvia.

TRAS LA COCCIÓN

Tras la cocción venía la molienda.

Antiguamente se trillaba el yeso mediante un rulo o rodillo troncocónico, elaborado con piedra de Colmenar, tirado por dos mulas. El rodillo llevaba asociado, según su eje, un cuadro de madera, con unas puntas de hierro para remover el yeso en el suelo. De aquí pasaba el material a paladas por una criba, con apertura de malla de 10 mm, por eso pasaba algún grano tamaño granza.

Hacia 1950 este sistema se sustituyó por un molino movido por un motorcito (fig. 3). El molino solo podía recibir materiales de diámetro menor a un puño, por eso los fragmentos mayores debían trocearse previamente. Con una cinta transportadora, de 10 m, llevaban el yeso, de tamaño correcto, desde pie de boca del horno al molino.

Las piedras no cocidas se echaban manualmente fuera. Por ejemplo las de la puerta nunca se cocían bien. Los fragmentos que no habían quedado bien calcinados se mandaban a una nueva hornada.

Del molino, el yeso, ya comercializable, caía a un foso. De allí se sacaba fuera gracias a una cadena de cangilones. El yeso se cargaba en espuertas de esparto, con borde reforzado (fig. 4). Diez espuertas equivalían a un cahíz, unidad de medida habitual de los yeseros madrileños (equivalente a 690 Kg) (PUCHE RIART *et alii.*, 1999). Las espuertas las elaboraba un artesano local D. VITORIANO JIMÉNEZ. En los terrenos yesíferos abundan los matorrales de esparto.

Las mejores piedras (más blancas y sin impurezas) se machacaban y se molían aparte. Se llevaban a un molino especial para "yeso blanco" que daba un producto más fino y con tamices de malla menor obtenían la escayola, empleada para enlucir las paredes interiores de las casas. Sin embargo lo normal era producir "yeso negro", más basto.

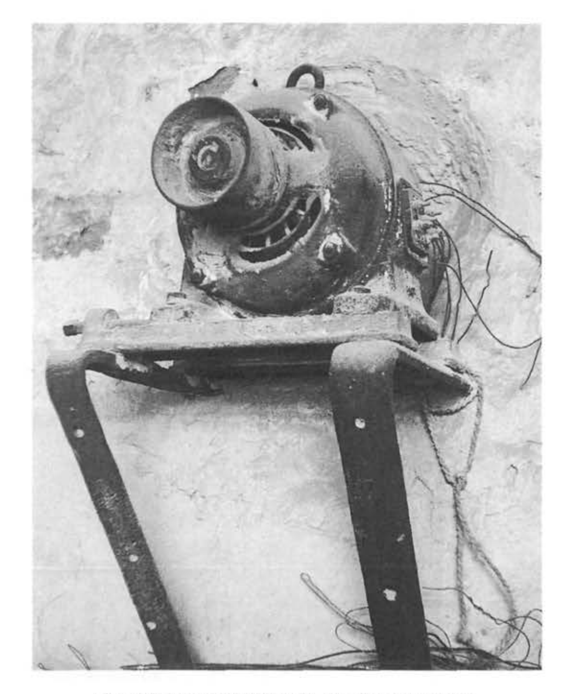


Figura 3. Motor que accionaba el molino para el yeso.

RESTOS PATRIMONIALES

Los restos patrimoniales son bastante modernos. El horno de ladrillo macizo fue construido hacia 1970 (fig. 5). La nave colindante, abierta a modo de porche hacia el Sur, se empleaba para almacén y también cobijaba la molienda, de la queda alguna estructura, su construcción está fechada el 11 de mayo de 1928 (fig. 6).

El horno tiene una altura de 3,50 m y 3 m de diámetro. Los muros de forma cilíndrica, están formados por fila doble de ladrillos, con un espesor total de 0,5 m.

Arquitectónicamente no hay un gran interés, sólo es de valor el procedimiento perdido, de un oficio artesano, lo que podríamos llamar el patrimonio intangible o inmaterial. La entrevista con D. ANTONIO DE LA TORRE, jubilado hace tiempo nos ha permitido reconstruir detalles del proceso que se habrían acabado perdiendo inexorablemente.

Aun se conservan algunos bienes muebles, tales como un motor del molino, picos, espuertas, rulo, etc. (fig. 7).



Figura 4. Espuerta de esparto de borde reforzado. El yeso se vendía por espuertas.

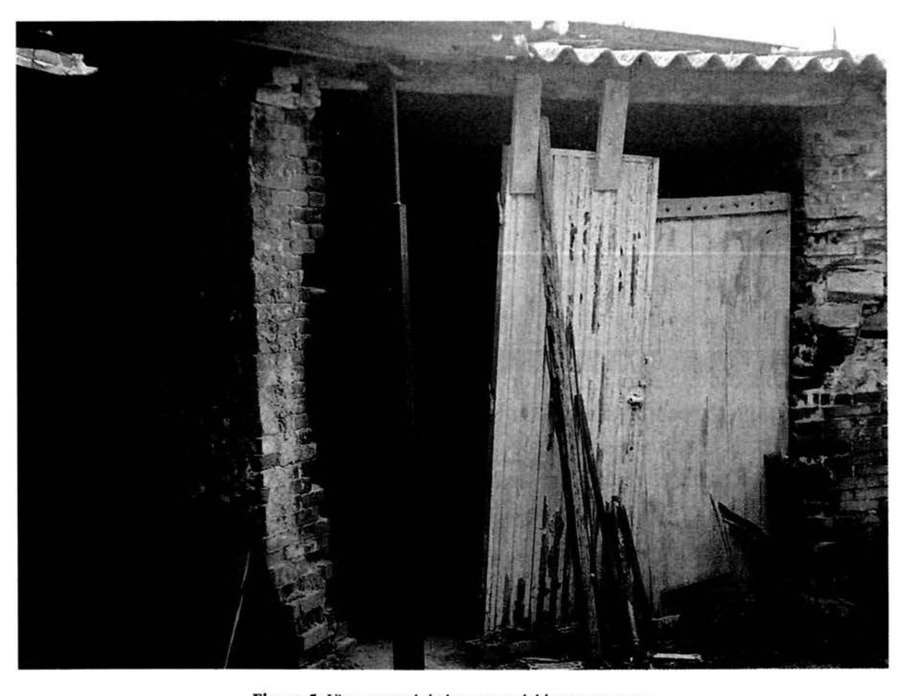


Figura 5. Vista general de los restos del horno moruno.

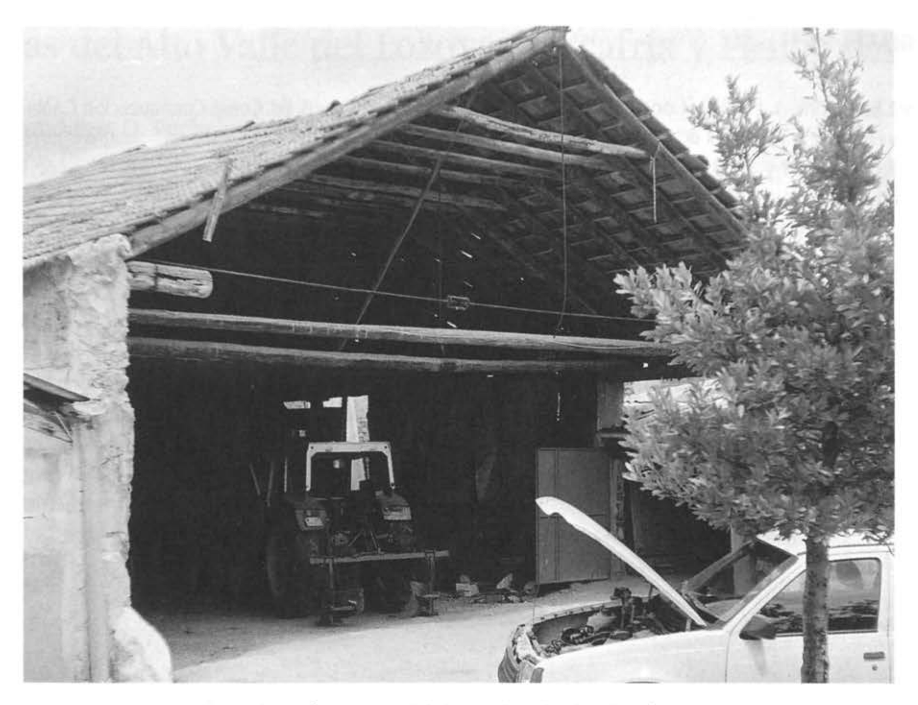


Figura 6. Vista general de la nave de molienda y almacén.



Figura 7. Herramientas del yesero.

BIBLIOGRAFÍA

- **Álvarez Ezquerra, A. (1993) (Coord.):** Relaciones Topográficas de Felipe II. Ed. Consj. Comunicación CAM-CSIC. Madrid. 3 Tomos (No está la respuesta de Ciempozuelos).
- **Bona, F.J. de (1868 y 1869):** Anuario Administrativo y Estadístico de la provincia de Madrid para el año de 1868. Oficina Tipográfica del Hospicio. Madrid.
- **López, T. (h. 1770):** Ciempozuelos. En Diccionario Geográfico de España. Ms. 7300. Biblioteca Nacional, Fol 357v-359v.
- **Madoz, P. (1847):** Ciempozuewlos. En Descripción Geográfico-Estadístico-Histórica de España y de sus posesiones en ultramar. Est. Tipográfico-Literario Universal. Madrid T. VI, 387-388.
- **Miñano, S. (1832-2001):** Ciempozuelos. En Diccionario Geográfico-Estadístico de Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Madrid y Toledo Eds. de la Librería Rayuela. Sigüenza, Guadalajara. T. I, pág. 158.
- **Puche Riart, O., Mazadiego Martínez, L.F. y Orche, E. (1999):** Hornos morunos de yeso en la Comunidad de Madrid. Actas II Simposio sobre Patrimonio Geológico y Minero. IV Sesión Científica de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, Belmez 28, 29 y 30 de octubre de 1999. Ed. SEDPGYM. Córdoba. T.II, 50-67.

Caleras del Alto Valle del Lozoya: Rascafría y Pinilla del Valle

L.F. Mazadiego, O. Puche y L. Jordá
ETSI Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
lmazadiego@dermos.upm.es - opuche@dinge.upm.es - luis_etsim@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo está encuadrado en la tercera fase del proyecto "Arqueología Industrial: Patrimonio Minero-Metalúrgico madrileño (III)", subvencionado por la Comunidad de Madrid. Se trata del inventario de antiguos hornos de fabricación de cal, existentes en localidades de la Sierra Norte (Rascafría, Pinilla del Valle y Lozoya). Además de la localización de estos hornos, se pudo contactar con Don Isidro, ya octogenario, que fue uno de los caleros que trabajaron en esta zona. La fabricación de cal por medios artesanales tuvo una cierta importancia en el Alto Valle del Lozoya, sobre todo con vistas a su utilización para encalar las fachadas de las casas o como desinfectante. Se trabajaba en grupos reducidos, comercializándose en otros pueblos cercanos.

Palabras clave: Cal, Hornos, Patrimonio Minero.

GEOLOGÍA

La comarca *"Valle Alto del Lozoya"*, encuadrada en la Hoja 5/5 presenta tres unidades morfológicas fundamentales, actuando la Cordillera Central como divisoria de aguas de la Cuenca del Duero y del Tajo. El relieve actual de la Sierra de Guadarrama y Somosierra es el resultado de efectos mecánicos, habiéndose producido un paroxismo alpino al final del Oligoceno: se elevó la actual Sierra de Guadarrama, quedando definitivamente aisladas las Cuencas del Duero y del Tajo y la fosa tectónica que ahora es el Valle del Lozoya. A efectos del estudio en curso, interesa, sobre todo, localizar las formaciones calizas existentes, toda vez que así se podrán situar los principales núcleos de producción de cal y, posteriormente, si aún los hubiera, inventariarlos convenientemente. Sirva, al menos como introducción, lo expuesto en la revista *Estadística Minera* del año 1921: *"(...) Por último, el fondo del valle está recubierto por una formación cretácea de unos dieciséis kilómetros de largo por cinco de anchura, en cuya base se encuentran lechos de areniscas recubiertos por capas alternantes de calizas y margas"*. Será, por tanto, en la banda caliza donde habrá que centrar la búsqueda de hornos de cal. En esta comarca, siguiendo con lo expuesto en el Mapa de Rocas Industriales, pueden encontrarse materiales ígneos, metamórficos y sedimentarios. Los materiales ígneos más abundantes son granitos y granodioritas. Entre los metamórficos destacan los gneises, micacitas y rocas que, apareciendo en manchas, presentan un alto contenido en carbonatos y silicatos cálcicos. Se cree que estos materiales metamórficos provienen de antiguos sedimentos arcillosos y calcáreos de series fundamentalmente detríticas, fueron transformados como consecuencia de la intrusión plutónica, por lo que se les data como antehercínicos. Por fin, los materiales sedimentarios se distinguen en paleozoicos, mesozoicos y terciarios. Su relativa complejidad está contrarrestada con la abundante información que proporciona: *"Si hiciéramos un estudio detenido de cuantas rocas se encuentran en el perímetro del Valle del Lozoya, nos encontraremos con el resumen petrográfico de la sierra toda"*.

En los mesozoicos es donde aparecen los principales tramos de materiales calcáreos; la proporción de carbonato cálcico aumenta progresivamente de muro a techo con intercalaciones margosas en la base. A este conjunto

litológico calizo-margoso se le atribuye una edad cretácica, autores lo datan como Cenomanense y Turonense-Senosense. El color de estas calizas es variable, siempre en función del contenido en carbonato cálcico, pudiendo virar desde un gris oscuro o rosáceo, haciéndose más claro a medida que se aproxima al techo. En general, la caliza está muy fracturada, presentando, incluso, concreciones rellenas de recristalizaciones de calcita. El contenido en CaO varía desde 30 hasta 53 %, y el MgO desde 2,78 a 18,10 %. Esta brusca variación en su composición química de unas capas a otras inhabilita su empleo para fabricar cemento tipo Portland. En estas calizas se halla abundante fauna, con la aparición de equínidos, rudistas y ostrácodos, razón por la que se supone que el ambiente de sedimentación de este material es marino. También entre los materiales sedimentarios, si bien del Terciario, aparecen, dentro del nivel margo-arcilloso, conglomerados de caliza, procedentes de las formaciones cretácicas. Por tanto, es en los sedimentos cretácicos donde aparecen las calizas en esta comarca. A este respecto, Pérez Regodón señala: *"El Cretáceo aflora en la provincia de Madrid dentro del complejo cristalino del Silúrico, que le limita por el Este, y en determinados parajes sirviendo de tránsito entre las citadas formaciones y el Terciario. Las superficies en las que aflora esta formación son relativamente pequeñas (...) Son testigos residuales de la extensa cobertura que debió tener por toda o la mayor parte de la Sierra con la transgresión Cenomanense, cuyos depósitos, además de invadir la fosa tectónica del Tajo, alcanzaron elevadas cotas en el macizo montañoso del Guadarrama. Los enclaves del Cretáceo, dentro de la provincia son los de Pinilla del Valle (...), y los depósitos del valle alto del Lozoya, que se prolongan por el Norte hasta las proximidades de Navarredonda y por el Sur más allá de Rascafría"*. Asimismo puede leerse en dicho texto que el afloramiento cretácico no es continuo, más bien son islotes apoyados directamente en el gneis, como consecuencia de la intensa erosión sufrida. De esta manera, los afloramientos sólo se perciben en algunos puntos en el fondo de los arroyos que desaguan por una y otra vertiente del río Lozoya. Las calizas cretácicas tienen disposición monoclinal con dirección N 60° E y buzamientos suaves 15°-30° al SE. Se trata de calizas más o menos dolomíticas con intercalaciones de margas y margas arenosas, según lo descrito en el *"Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Buitrago del Lozoya"*, en donde, además, se añade: *"En un 90% de los casos han sido explotadas (las calizas) para la obtención de áridos de machaqueo, siendo generalmente poco abrasivos para la maquinaria de trituración. En ocasiones, parte de la producción se destinó a la industria del vidrio como aporte de MgO y CaO"*.

En definitiva, las rocas calizas de esta comarca tuvieron su origen en el Cretácico, y se asientan sobre rocas metamórficas por lo que las pequeñas áreas visibles, que ofrece la orografía de la zona, deben interpretarse como vestigios o áreas residuales de lo que fue una gran extensión calcárea, actualmente erosionada o parcialmente sepultada por sedimentos cenozoicos. Las calizas de la Sierra Norte ofrecen un atractivo contrapunto al paisaje de esta zona. Los afloramientos calizos de Pinilla del Valle, Lozoya y Rascafría tienen el mismo origen que aquellos otros que van desde Patones y el área del Pontón de la Oliva hasta Torrelaguna y que, tras una discontinuidad, reaparecen en El Vellón, Redueña y Venturada, continuando hacia Guadalix y Soto del Real.

ELEMENTOS INVENTARIADOS

La explotación de caliza y su posterior transformación en cal ha sido una actividad menor en esta comarca, limitada a trabajos esporádicos y estacionales. Según relata Zacarías Peñas en su libro *"Vida y costumbres de los pueblos de la sierra"*, los hornos de cal solían situarse en las afueras de los pueblos y casi siempre en casas particulares: *"Se hacía un pozo de unos cinco metros de diámetro con una profundidad de dos metros. Alrededor del pozo se hacía una pared de metro y medio de ancho, y cuando llegaba a la altura de un metro, dejaban por la parte de adentro una repisa de medio metro alrededor que subía para arriba por la pared, siempre dejando el hueco de la repisa por dentro y a la altura del suelo. Cuando empezaron la elaboración para el pozo, dejaron una puerta de un metro de ancho y de alto aproximadamente"*.

Esta repisa, conocida también como poyete, saliente u hornacina, era fundamental para una de las labores más delicadas de la preparación del horno: el encañado. El hueco interior a la repisa se empleaba para apilar la leña que servía como combustible. *"La pared seguía hasta los tres metros de alto, y queda hecho un pozo en vacío, después estas paredes quedan recubiertas alrededor, dejando la puerta, y ya está el horno que es redondo. El refuerzo se hace por la parte de afuera. Para la fabricación de la cal, lo primero es arrancar la piedra que tiene que ser caliza. En ocasiones tenían que dar barrenos, esto lo hacían de la siguiente forma: un hombre, sujetando un puntero encima de la piedra y otro con una almena, que es un martillo de unos cinco kilos de peso o más. Le daba al puntero hasta conseguir un agujero redondo de una hondura de unos cuarenta centímetros o más. Según las piedras se iban echando agua en el roto, al tiempo que daban con el martillo en el puntero, y así salía del agujero el polvo de piedra. El del puntero movía constantemente el agua que salía por arriba, a cada golpe que daba con el martillo y una vez hecho el roto, le metían la dinamita correspondiente con un detonador y una mecha. Este roto lo tapaban con un palo hecho a la medida del grueso del roto. Encima ponían seras viejas que eran de esparto y se utilizaban para el carbón vegetal y algunas maderas, para que hiciera efecto la explosión. Para utilizar la dinamita tenían que tener autorización. Cuando todo estaba preparado y con mucha precaución, avisaban que se iba a producir una explosión y desde un sitio donde no pudieran llegar las piedras, gritaba uno con fuerza: ¡Fuego, peligro, barrenas!. Entonces, los que estaban al lado daban fuego a la mecha hasta el sitio donde comprendían que no podían llegar las piedras. Producida la explosión, se acercaban para ver el efecto que había hecho el barreno y partir las piedras, que si eran muy gordos, se deformaban. Este trabajo de los barrenos se hacía tantas veces como hiciera falta, porque para llenar de piedras una calesa hacían falta muchos carros de piedra, y con la yunta y el carro llevaba la piedra a la calesa".*

Aunque el autor de este libro explica que el arranque de la piedra se efectuaba con la ayuda de explosivo, no siempre era posible realizarlo así. En no pocas ocasiones, la piedra se extraía de la cantera a fuerza de martillo y pica. *"Normalmente según lo llevaban lo colocaban dentro de la calesa, a esto se le llama encañar. Y se hacía de la siguiente forma: como ya se había dejado una repisa de medio metro por la parte de adentro, desde esa repisa se empezaba a poner piedras que empezaban a sobresalir muy poco a poco de la repisa. Las piedras que sobresalían iban pilladas por detrás con otras y terminaban en bóveda".*

El encañado de la calera era un trabajo tan laborioso que había personas especializadas en el mismo. Un mal encañado se traducía en una reducción del equilibrio de los bloques de piedra amontonados en el interior del horno, e, incluso, en una cocción incompleta de la caliza. *"Encima de esta bóveda se llenaba todo el hueco de piedra y ya estaba lista para terminarla, pero ahora hacía falta muchos carros de leña, así que con el carro y la yunta se empezaba a llevar leña al lado de la puerta de la calesa, pues toda la leña valía pero hacía falta mucha porque tenía que estar constantemente ardiendo día y noche. Esta leña se metía por la boca o puerta y las llamas cubrían la bóveda cuando ya estaba cocida de cal, o sea, una vez quemada la piedra y echada la cal, se la dejaba unos días para que se enfriara. Después los dueños la vendían, se compraba normalmente para pintar de blanco las paredes, lo que se llamaba jalvegas. Entonces no había pinturas. Estos caleros, que así se llamaban a los dueños de las caleras, iban con el carro y la yunta, a vender la cal, a otros pueblos que no tenían caleros porque no en todos los pueblos de por aquí había piedra caliza. No se vendía por peso, se vendía por medida, por fanegas, medias o cuartillas, y era la misma medida de medir el grano, trigo, centeno, etc. Y sacaban un dinero aunque con mucho trabajo".*

En la zona se la Sierra Norte se han inventariado caleras en Rascafría, y Pinilla del Valle, todas ellas localizadas en la banda correspondiente al Cretácico, en dirección al curso del río Lozoya hasta el embalse de Pinilla. Antes de abordar de manera individualizada el estudio de cada elemento, conviene destacar un hecho coincidente en todos ellos: la prácticamente absoluta falta de documentación histórica acerca de los hornos de cal. Esta circunstancia puede explicarse dado que el trabajo de albañilería, y, más en detalle, el de calero, era realizado a modo de actividad complementaria de la principal, casi nunca a tiempo completo, y muchas veces esporádicamente, esto es, cuando se

necesitaba levantar una nueva vivienda o acondicionar alguna que estuviera en mal estado. Sin embargo, aún sin apenas fuentes bibliográficas con las que contrastarlo, se piensa que las caleras funcionaban ya en el siglo XVI o en el XVII, permaneciendo activas, según la información obtenida en conversaciones con vecinos de estos pueblos, hasta los años cincuenta del siglo XX. Por tanto, tal y como ha sido dispuesto y aprobado por distintas entidades públicas, por ejemplo el Cabildo de las Islas Canarias, la conservación, restauración y recuperación de los hornos de cal tradicionales supone el último intento de preservar un recuerdo industrial que sólo trasciende desde su realidad física. Sin fuentes documentales que guarden el testimonio de su pasada actividad, sólo es su estructura la que puede proyectar en el futuro su antiguo funcionamiento.

RASCAFRÍA

Este municipio está ubicado en el valle del río Lozoya, al pie del puerto del Reventón. Se piensa que su fundación se remonta al siglo XII, apareciendo ya citado su nombre en un documento de venta de un molino en el año 1390. El Catastro del Marqués de la Ensenada apunta que habitaban el pueblo 206 personas. Jiménez de Gregorio, por su parte, en el estudio que llevó a cabo de un proyecto de censo, iniciado en 1752 y que no llegó a concluirse, señala que existía una calera en las proximidades del Monasterio: *"(...) Hay un molino harinero, propiedad del Monasterio, ahora en desuso. Un molino para fabricar papel, con ruedas, de cinco pilas cada una. Produce al año 14.300 rls. Dos sierras de agua, para tabla. Tejera, calera y un estanque de nieve"*. Años después, en 1782, al ser cumplimentado el cuestionario enviado por el Cardenal Lorenzana, el censo sigue siendo el mismo, señalando que el municipio disponía de un comercio, una taberna, una carnicería y un mesón. La industria se limitaba a dos molinos harineros y una tejera, que en 1788, se amplió con dos nuevos hornos.

Las únicas referencias a la cal de este período son indirectas. En efecto, se dice que las casas estaban construidas con bloques de granito trabado con mortero de cal y arena, todas ellas cubiertas con tejas curvas. De esta época se conservan las viviendas de la calle Reyes nº 10 y, sobre todo, la situada en la Plaza de la Constitución nº 21, fechada en 1726, y que pudo haber sido la Casa de Postas. Asimismo, ha de mencionarse la ermita de la Virgen de la Peña, construida entre 1701 y 1720, a 200 metros del Monasterio de El Paular, según se dice en la excelente obra *"Arquitectura y Desarrollo Urbano. Comunidad de Madrid"*. Esta tipología constructiva hace pensar, aún sin disponer de datos, que ya en el siglo XVIII debía existir alguna calera que suministrara cal a los vecinos. Durante el siglo XIX, la población del municipio oscila entre los 400 y los 700 habitantes, dedicándose a labores agrícolas -hortalizas, legumbres y frutales- y al cuidado del ganado lanar, vacuno y cabrío. Fue a finales de este siglo cuando la industria experimenta un desarrollo, sobre todo debido a las fábricas de papel y de vidrio, establecida esta última en el monasterio, así como a varias serrerías, entre las que destaca la de la Sociedad Belga de los Pinares de El Paular, fundada en 1855. Para esta industria de vidrio pensamos que se destinaba parte de la cal.

En el *"Diccionario Geográfico-Estadístico"* de Sebastián Miñano, mandado a imprenta alrededor del 1826, en el apartado referente a Rascafría, además de citar la fábrica de papel del Monasterio y señalar que se descubrió una mina de plata con ley de oro y cobre, expresa: *"También se encuentra en sus inmediaciones la cal primitiva, en depósitos más o menos considerables dentro del gneis, del granitino y de la pizarra arcillosa"*.

Madoz (1845), en su célebre diccionario, se refiere a Rascafría como un pueblo en el que destaca su industria del papel y del vidrio; sin embargo, comunica los problemas surgidos a causa del descenso del caudal del río Lozoya. Aun a pesar de este inconveniente, la producción de papel alcanzaba unos valores aceptables, muy superiores a los que quedaron reseñados en el ya comentado censo de 1752. Si entonces se fabricaban 14.300 resmas al año, esto es, 42 resmas diarias trabajando cinco días a la semana, o 39 resmas al día con siete días laborables, en 1849, según los datos proporcionados por Madoz, se llegaba a las 68 resmas al día. De manera aproximada, puede considerarse que un pliego de papel equivalía a 500 resmas. *"(Rascafría) tiene una fábrica de papel con 6 cilindros, la cual tira*

por lo común 68 resmas diarias, pero el río Lozoya escasea tanto en verano que hay necesidad de suspender dos meses la fabricación por falta de agua, sin embargo de los grandes estanques ó depósitos que se han construido para prevenir este caso: esta industria sostiene de 30 á 40 operarios de ambos sexos; otra fábrica de cristal establecida en el repetido monasterio; varias sierras de madera y 3 molinos harineros".

Madoz no menciona la fabricación de cal en ningún momento, hecho éste que se repite en otros estudios del mismo siglo XIX, como son los de Marín Pérez, Cotarelo o Rosell; por ejemplo, Marín Pérez, en su obra *"Guía de Madrid y su provincia"*, editada en el año 1888, sólo se refiere a las fábricas de papel y cristal como exponentes de la industria de Rascafría: *"(...) La fábrica de papel movida por las aguas de Lozoya, que ha llegado á tirar 68 resmas de papel ordinario, la de cristal, instalada en el monasterio (...)"*. Una posible explicación a este desinterés por la industria de la cal habría que buscarlo en el carácter secundario que la definía. La cal era un bien necesario para pintar las casas o como sustancia incorporada en procesos de fabricación más complejos y rentables como los del papel o el vidrio. A la hora de definir la actividad industrial de un lugar se priorizaban aquéllas que eran más generales, considerándose a las demás (cal, yeso, ladrillos) como subsidiarias de las primeras y, por tanto, no concluyentes en la modelización del municipio. Es interesante señalar que en el siglo XX sigue habiendo una ausencia total de referencias documentales de las caleras. Así, Ortega Rubio (1921), en su enciclopedia sobre Madrid y su provincia, únicamente escribe: *"Su industria (de Rascafría) consistía en una fábrica de papel, otra de cristal, una tercera de harinas, etc"*.

La cal producida en este término debió emplearse para tres fines: la construcción de viviendas y las fábricas de vidrio y de madera. Recuérdese que la cal es un agente caustificador y blanqueador de la pulpa, aumentando, además, la calidad del papel puesto que regula su brillo, color y textura. Por otra parte, en la fabricación del vidrio, mejora su color y favorece su calentado, derretido, moldeado y soplado.

El estudio de las caleras de estos municipios serranos no hubiera sido posible sin la ayuda de don Isidro, uno de los antiguos caleros de Rascafría, que se brindó a acompañarnos y que nos explicó cómo se realizaba el proceso de obtención de la cal. Don Isidro, hoy ya jubilado, estuvo trabajando en las caleras hasta los años cincuenta, cuando la irrupción del cemento en la construcción local abocó al olvido a las caleras. Se han inventariado 3 hornos: el primero (H1) estaba situado en el llamado Camino del Palero; el segundo (H2), muy cerca de la calera H1, en una pista forestal que sale del camino anterior; y el tercero (H3) en la Finca de los Batanes, al lado del Puente del Perdón.

LA CALERA DEL CAMINO DEL PALERO

Recorriendo la carretera que enlaza las poblaciones de Lozoya y Rascafría, se va en dirección al Monasterio de El Paular. Pasado éste, a mano derecha, y a la altura del punto kilométrico 28, sale una pista forestal, el llamado Camino del Palero, que discurre por el valle de la Umbría. Esta senda la utilizaban antaño los leñadores para bajar madera del bosque; asimismo, era el camino habitual para ir a Rascafría, por lo que se le conoce igualmente como El Camino Viejo. En sus alrededores, los reyes gustaban de organizar sus monterías, a través de las *"biruelas"* (caminos) que recorrían el pie de la montaña.

El Camino del Palero coincide en este tramo con la G.R. 10.1, encaminándose, entre los arroyos del Pedrosillo, de la Umbría y de la Cantera, hasta el Puerto del Paular, o de los Cotos. Al inicio mismo del camino, en su intersección con la carretera, se observa una explanada, ahora recubierta de hierba, en la que se amontonan unas piedras. Al fondo, una pendiente desemboca en una valla metálica que delimita una finca particular con abundante arboleda. *"Estas piedras"*, nos relató don Isidro, *"eran las de la puerta de acceso a la calera, por donde se metía la leña. La hundieron porque hace unos cuantos años se cayó una yegua en el hoyo y para rescatarla tuvieron que hundir la calera"*. Entre la carretera y el camino hay un desmonte que antes, siempre según las palabras de don Isidro, tenía la misma altura que la loma de enfrente. Ahora está rebajado porque era de ahí mismo de donde se sacaba la

piedra caliza. En la finca colindante había otras 3 caleras, ya cegadas, y, por tanto, perdidas para el recuerdo, que abastecieron de cal durante la construcción del Monasterio de El Paular. Este hecho nos hace reflexionar sobre la urgente necesidad de inventariar todos estos elementos con vistas a su protección y conservación para generaciones futuras. El olvido, la desidia y la despreocupación suelen conducir a situaciones como ésta.

LA CALERA DE DON ISIDRO

Continuando unos metros por el Camino del Palero, que discurre paralelamente al Arroyo de la Cantera, giramos a la derecha por otra pista que, al cabo de pocos metros, llega a una finca vallada también a la derecha . *"Esta finca es de unos tíos míos y aquí yo he estado trabajando la cal"*, comenta don Isidro. *"El trabajo de calero solía ser complementario, como horas extras, que hacían los que tenían algo de ganado, o tierras que labrar. Todo esto eran cultivos pero hace 50 años decidieron plantar pinos. Era un trabajo muy duro. Los holgazanes nunca han servido para levantar piedras".*

La calera se halla situada al abrigo de un talud. Está medianamente conservada. Ya ha desaparecido la pared frontal casi en su totalidad, no quedando vestigios de la puerta. La altura total ronda los 5 metros con un diámetro de boca superior de 3 metros. El hueco de la chimenea está cubierto por zarzas (Fig. 1).

"En una calera trabajaban 4 personas cuando quemaban y para llevar y arrancar la piedra entre 8 y 10. Sacaban la piedra con ayuda de mazos, martillos, picos y palas. Era muy duro porque aquí no se empleaba el explosivo. Se tardaba un mundo hasta que las piedras quedaban del tamaño que se necesitaban y, además, había que hacerlas lo más planas posibles para que pudieran encajar bien. La piedra se metía desde arriba. Entraba uno al horno y los demás le iban dando los bloques. Empezaba a colocarlos desde el suelo, desde un



Figura 1. Calera de Don Isidro (Rascafría).

poyete de piedra que rodeaba la base. Y desde ahí se amontonaban los bloques hasta que se hiciera bóveda, en redondo, y luego se atacaba por los lados. Luego, cuando ya estaba la bóveda, se cerraba en la punta con una piedra que encajara. De esta manera nada se movía. Resistía el montón (o acumulación de piedras por encima de la bóveda)".

Esta labor, acaso la más importante de la preparación del horno, se llamaba *"encañar"*, y podía durar una semana completa. *"Había que andar con mucho cuidado. Las piedras debían quedar bien amarradas para que no se cayeran"*. Una vez se había concluido la bóveda, empezaba otra fase del proceso. *"Para quemar la piedra se utilizaba leña muerta, sobre todo de pinos, y las matas que se cortaban en el monte. Se metía por la puerta y se dejaba en el centro"*. Según pudimos ver, en el centro del poyete y a ras de suelo, había un agujero que servía para ir amontonando el combustible. *"Se estaba quemando la piedra durante 6 ó 7 días con sus noches. Teníamos que estar repartiendo el fuego, que subía por los espacios entre bloques. Si en un lado el fuego no iba bien, había que meter más leña porque quedaba la piedra sin quemar y entonces ya no valía. El fuego se avivaba con ramas largas con la punta en forma de horquilla. Cuando ya estaba toda la piedra cocida, se dejaba enfriar y, luego, se sacaba. Para ello una persona se tenía que introducir en el horno, recoger las piedras, que salían como terrones, y levantarlas para que los que estaba fuera las recogieran. Se hacían rampas para poderse sujetar. Pero había que hacer turnos para entrar. Eran tantas las calorías que soltaba la piedra, que hasta las zapatillas quemaban y los ojos escocían. Estaba uno durante un rato y salía para descansar. Le sustituía otro, y así hasta el final. Solían meterse al cabo de la hornada entre dos o tres personas, no a la vez, sino por turnos, siempre de uno en uno. Y luego se comprobaba si la piedra estaba bien quemada"*. Esta calera era una de las que abastecía de cal a la comarca. Servía para las paredes de las casas, pero también *"como desinfectante. Si pintabas con cal el suelo de las naves donde estaba el ganado, ayudaba a que no cogieran infección. Por eso, todos los caleros éramos de la zona. Sabíamos lo que se necesitaba en los pueblos"*. Dada su ubicación, en un paraje frecuentado por excursionistas, es un elemento que bien pudiera ser conservado; acaso, el principal problema que se podría suscitar es que está en una finca particular.

LA CALERA DEL PUENTE DEL PERDÓN

La calera está ubicada en la finca de Los Batanes, en el camino al puerto de la Morcuera, y muy cerca del Puente del Perdón, levantado en 1738 para facilitar a los monjes del monasterio el paso a la otra margen del río, donde tenían el molino de papel del que salió la primera edición de *"El Ingenioso Hidalgo don Quijote de la Mancha"* de Miguel de Cervantes. La leyenda dice que en la época en que los caballeros Quiñones segovianos se asentaban en Rascafría, el rey les concedió la potestad de administrar justicia ya que el término era constantemente acechado por bandoleros. Así que cuando se juzgaba a un malvado la sentencia era revisada por un tribunal formado por un miembro de cada Quiñón en este puente, llamado desde entonces del Perdón, que era el camino hacia la Casa de la Horca. Es un puente de hermosa planta, con tres arcos en sillería de granito, que fue restaurado en el año 1991. La finca de los Batanes pertenece al Centro de Información y Educación Ambiental *"Puente del Perdón"*, cuya entrada se halla en el kilómetro 27,6 de la carretera M-604. Entre otras actividades, organiza sendas dirigidas por guías, destacando la que es llamada genéricamente como *"Senda de los Oficios"*, descrita de la manera siguiente en el folleto divulgativo: *"Recorrido circular por una zona próxima al río Lozoya en la que encontramos una buena representación del bosque de ribera y de melojar, así como de los distintos usos del territorio a lo largo del tiempo, entre los que destacan una cantera, restos de carboneras y una calera recientemente restaurada"*.

Para acceder a ella, se ha de estacionar el vehículo en las proximidades de la finca de los Batanes. Ya a pie se va hacia el puente por un camino asfaltado que termina en la zona recreativa conocida como Las Presillas, se atraviesa el puente, y dejando a mano izquierda una desviación que conduce al albergue juvenil, se ve, a la derecha del cami-

no, una valla metálica que protege el paraje en el que, oculto por la maleza, se levanta la calera (Figs. 2-3). Su estado de conservación es excelente, toda vez que la Comunidad de Madrid la ha restaurado recientemente con el objetivo de incluirla en una de las sendas guiadas anteriormente mencionadas. Tiene una altura total de 5 metros con un diámetro de chimenea de 3 metros. *"En esta calera se hacía cal continuamente. Cada 15 días se hacía una nueva hornada. Aquí se ve bien por donde se traía la cal. En casi todas las caleras de esta zona se hacía una rampa que terminaba junto al agujero de arriba. Por esa rampa subía el carro tirado por bueyes o vacas, a veces dos parejas, que transportaban la piedra hasta cerca de la calera" (folleto "Senda de los Oficios").*

Al lado de la calera hay una caseta de piedra que don Isidro nos explicó era el refugio que ocupaban los caleros (Fig. 4). *"Allí tenían su comida y era donde descansaban por las noches, dejando siempre a uno de guardia para cuidar el fuego. También solían meter dentro la leña para que no se mojara si caía un chaparrón. Por eso, siempre se prefería hacer cal en los meses calurosos, porque el coste de leña era menor y porque la lluvia perjudica a la cal, la vuelve tierra. En esta calera también trabajó mi padre"*, comentó don Isidro, cuya relación familiar con este oficio se remonta a más de cincuenta años.

"La producción de cada hornada era variable, pero podían llegar a sacarse entre 800 y 1000 fanegas. Teníamos unas medidas como las del grano. Las fanegas y las medias fanegas. Usábamos un cajón con una cuña que servía para medir la cantidad de cal que luego vendíamos. Para luego llevarla a vender utilizábamos carros con unos laterales de madera. En cada carro cargábamos entre 30 y 50 fanegas. Y entonces a venderla, que era fácil, porque se necesitaba, aunque se sacaba poco dinero. Para encalar una casa, se necesitaba, como mínimo, la producción de una calera. Lo que se hacía después era un mortero con arena de miga, se envolvía la cal y luego se sacaba, se batía, y se ponían las piedras". La fanega es una medida tradicional de volúmenes y capacidades, que era utilizada en los pueblos para expresar el peso del grano. Una fanega corresponde a 55 litros y medio, si bien, para valores menores, los campesinos hacían uso de la cuartilla (una fanega equivalía a 4 cuartillas); el celemín (una cuartilla era igual a 4 celemines); y el cuartillo (un celemín coincidía con 4 cuartillas). Asimismo, la palabra *"fanega"* también se empleaba para referirse a un recipiente donde se medía la cantidad de grano o de cal que se iba a vender, existiendo otro, llamado media fanega, que aceptaba la mitad de volumen que aquél.

La calera de la finca del Batán es, sin duda, uno de los mejores ejemplos, si no el mejor, de caleras rehabilitadas en la Comunidad de Madrid.

PINILLA DEL VALLE

Pinilla del Valle está situado en la margen izquierda del río Lozoya, a 90 kilómetros de Madrid. El primer documento que describe el pueblo es el Catastro del Marqués de la Ensenada (1750); por él se sabe que el municipio estaba formado por modestas viviendas con edificaciones auxiliares -corrales, pajares-. Durante este siglo, había un molino harinero, colmenas y una fragua. Pocos años después, en 1780, y gracias a las Transcripciones del Cardenal Lorenzana, se sabe que se trabajaban canteras de jaspe. A mediados del siglo XIX, el municipio tenía no más de 50 vecinos, siendo todavía citado el molino harinero, llamado *"del Navazo"* o de la *"Marotera"*, cuyos restos, bien conservados, aún se pueden contemplar siguiendo el Camino de la Dehesa, que se desvía de la carretera M-604 a la altura de la Ermita de la Concepción. Asimismo, dentro del núcleo urbano, se conserva un potro de herrar. La antigua fragua es ahora la Casa de Cultura. Del mismo modo que sucede con Rascafría y Lozoya, los hornos de cal tenían un fin más bien modesto. Se trataba de producir la suficiente cal para atender la demanda del pueblo, sobre todo, para fabricar mortero con el que revestir las fachadas de las viviendas. Debe apuntarse que la arquitectura autóctona, muy similar a la del resto de poblaciones del Valle Alto del Lozoya, utiliza mampostería de gneis o granito encalada. En su término municipal se han inventariado dos hornos de cal, uno al otro lado del embalse de Pinilla (H4) y el otro a la entrada del pueblo (H5).

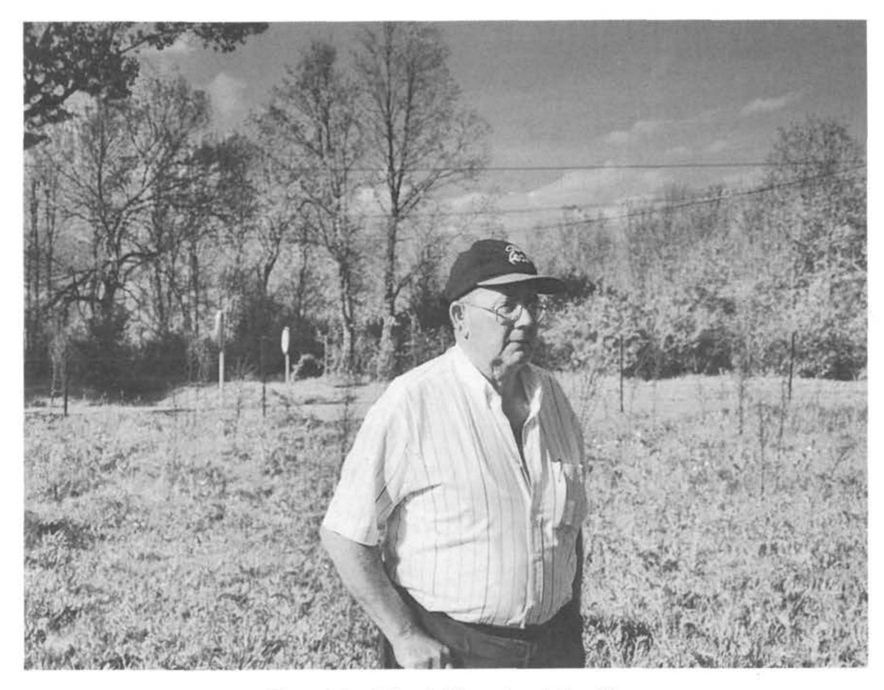


Figura 2. Don Isidro, el último calero de Rascafría.



Figura 3. Calera del Puente del Perdón (Rascafría).

LA CALERA DEL EMBALSE DE PINILLA

Para llegar hasta la calera hay que atravesar el pueblo en dirección al embalse de Pinilla. Dejando a la izquierda *"El Corralón"*, un antiguo pajar rehabilitado y reconvertido en restaurante, se sigue por la calle del Embalse, que desemboca en una pista de tierra que, unos metros por delante, discurre junto a una gran cruz de piedra conocida como la Cruz del Manadero. Se gira a la derecha y se llega al puente que atraviesa el final del pantano en la zona llamada Las Charcas. Es entonces cuando, ya sobre un camino de tierra, hay que bordear hacia la izquierda el pantano, dejando al otro lado un restaurante. A unos doscientos metros se halla la calera H4, muy deteriorada, y en peligro de desmoronarse (Fig. 5).

La senda que lleva hasta la calera cruza unas ligeras ondulaciones que están formadas por las calizas del Cretácico, llamadas *"calveros"* en la zona, con abundancia en melojares. Este camino era el que habitualmente se recorría para ir desde Pinilla del Valle a Canencia, atravesando la llamada Mata de los Ladrones (o del Tuerto), en recuerdo de Fernando Delgado, uno de los bandoleros más famosos de finales del siglo XIX, que acostumbraba realizar sus fechorías en estos parajes serranos. A ambos lados del camino se observan los estratos que afloran, sobre todo a la vera del arroyo del Hontanar, cuyo cauce está sombreado por fresnos y sauces. Lo más característico de este enclave *"son las rocas calizas, que han sufrido unos intensos procesos erosivos"*. Se encuentra en la zona conocida como *"Los Hornos"*, topónimo que pretende describir las oquedades ennegrecidas que muestran los contrafuertes cretácicos. A unos metros de la calera en dirección a la boca del embalse puede visitarse la Cueva del Cabo del Río, también llamada Cueva de los Murciélagos, que es una formación kárstica. La calera presenta un estado de conservación medio. Ha perdido la pared frontal, así como la puerta por la que se introducía la leña. La altura ronda los 5 metros con un diámetro de la boca superior circular de 3 metros. Sin embargo, no preocupa tanto su estado actual sino el deterioro que sufre día a día, abandonado a su suerte desde que se decidiera construir el embalse. Como nos explicó don Isidro, *"sobre todo los pueblos de Lozoya y Pinilla recibieron buen dinero por la construcción del embalse, y también los que tenían hornos de cal, porque esta cal no se puede utilizar para el embalse"*. Si las cosas siguen como hasta ahora, no es aventurado pensar que en pocos años habrá desaparecido por completo.

LA CALERA DEL PUEBLO DE PINILLA DEL VALLE

La otra calera de Pinilla del Valle (H5) se encuentra pegada a la margen derecha de la carretera M-973 que sale pasado el punto kilométrico 19 desde la M-604 que comunica Lozoya con Rascafría. A mano derecha, a escasos 150 metros de las primeras casas del pueblo de Pinilla, se abre una explanada en la que hay un parque infantil y una fuente. En esa zona hay una finca vallada en cuyo interior se pueden observar una modesta vivienda de piedra y la citada calera (Fig. 6).

Esta calera aparece citada por los autores del libro *"Alameda del Valle. 700 años en la historia de un pequeño rincón de la sierra de Madrid"*: *"A principios del siglo XX, Pinilla del Valle contaba con alcalde, secretario, juez municipal, fiscal, párroco, escuela nacional, correos, automóviles (de Madrid a Rascafría correo diario), abacerías, barbería y horno de cal"*. Su estado de conservación es muy bueno, ya que conserva toda su estructura, tanto la puerta de introducción del combustible como la chimenea. En las proximidades de la chimenea aún quedan restos de la piedra caliza que debió utilizarse en el horno. La calera tiene una puerta rectangular de unos 30 cm de ancho, su altura es de unos 5 metros y el diámetro de la chimenea es de 3 metros. Las paredes están hechas de mampostería, observándose en las junturas de las piedras de las paredes lechadas de cal. Actualmente, el hueco está invadido por un árbol.

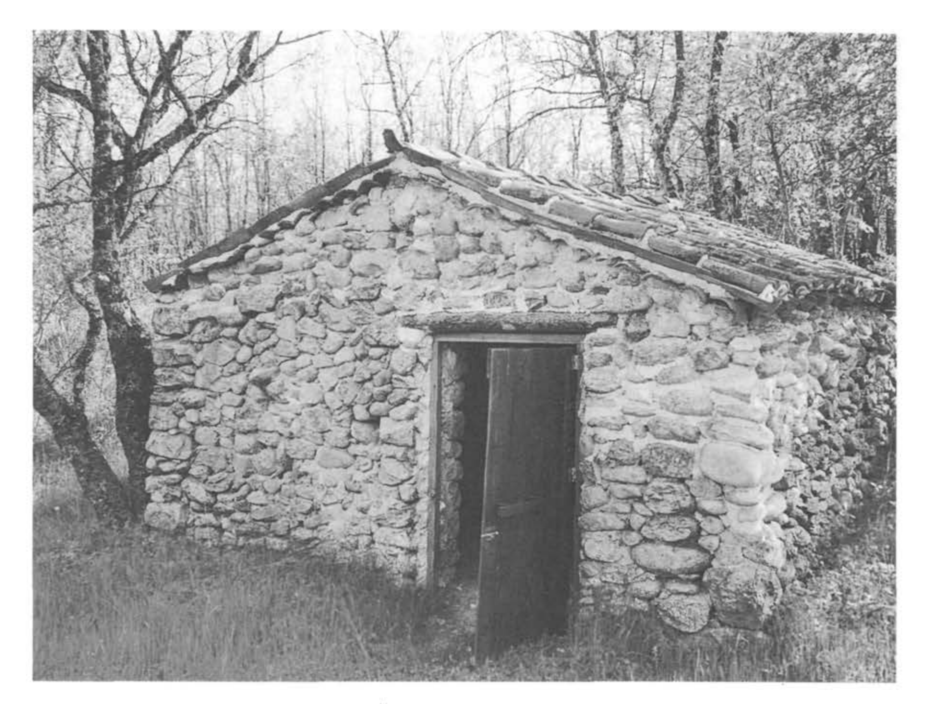


Figura 4. Casa de los caleros (Rascafría).



Figura 5. Calera del embalse de Pinilla.



Figura 6. Calera de Pinilla del Valle.

Según nos relató don Isidro, que fue quien nos avisó de la existencia de esta calera, *"en tiempos era una de las que más cal fabricaban en la región. Trabajaban de continuo y los caleros podían vivir sólo de la obtención de la cal. Abastecía a muchos pueblos"*.

Esta calera es un elemento sumamente interesante, toda vez que se conserva casi sin haberse deteriorado. Parece ser que estuvo funcionando hasta la década de los sesenta, convirtiéndose así en una de las que se utilizaron hasta fechas más cercanas. Dada la proximidad con el municipio de Pinilla del Valle y al hecho de encontrarse a su entrada, pudiera ser un excelente reclamo turístico. Apenas necesita arreglos ya que su estructura se mantiene intacta. Además, al igual que sucede con la calera del Puente del Perdón, está asociada a la caseta de piedra donde los trabajadores descansaban y comían durante las largas y penosas jornadas de cocción de la piedra. Este conjunto (calera y refugio) apenas existe ya en la Comunidad de Madrid, razón más que sobrada para sugerir su conservación.

ALGUNOS DATOS MÁS. LA TOPONIMIA MINERA DE LA SIERRA NORTE

Durante la fase de recogida de información sobre antiguas caleras en la comarca de la Sierra Norte de Madrid, tuvimos oportunidad de conocer datos complementarios sobre otras actividades industriales, relacionadas con las ciencias de la Tierra, que se desarrollaron en estos municipios.

Destaca en esta relación la repetición de voces ligadas a hornos (Arroyo del Hornillo, Los Hornos, Los Hornillos), que, como sucede con el paraje de Los Hornos, sito en Pinilla del Valle, pudieran estar relacionados con formaciones kársticas de naturaleza caliza, mencionada explícitamente en la zona Los Calizos de Oteruelo del Valle. Pudieran

también tener algún tipo de relación los lugares llamados El Quemado, Los Calderones y el Arroyo de los Hoyos de Pinilla. Asimismo existen palabras ligadas a la actividad minera (El Cantero, la Corta de las Suertes, La Cantera, Arroyo de la Cantera, Corta de Juan Antonio). Dos de ellas (La Cantera y Arroyo de la Cantera) se encuentran cercanas al Camino del Palero, donde, como se explicó en páginas anteriores, había hornos de cal. El Arroyo de Piedras Blancas también podría estar relacionado con la existencia de caliza.

Municipio	Topónimos
Lozoya	Arroyo del Hornillo Las Areneras
Pinilla del Valle	Los Hornos Arroyo de Piedras Blancas Arroyo de los Hoyos de Pinilla
Alameda del Valle	El Cerco de la Fragua
Oteruelo del Valle	Los Calizos
Rascafría	El Cantero La Corta de las Suertes Los Hornillos La Cantera Arroyo de la Cantera Arroyo de la Yesera del Pedrosillo La Barranca Blanca Los Calderones Corta de Juan Antonio El Quemado El Arenal del Manzano

Topónimo (Municipio)	Relacionado con...
Arroyo del Hornillo (Lozoya) Los Hornos (Pinilla del Valle) Arroyo de Piedras Blancas (Pinilla del Valle) Arroyo de los Hoyos de Pinilla (Pinilla del Valle) Los Calizos (Oteruelo del Valle) Los Hornillos (Rascafría) Los Calderones (Rascafría) El Quemado (Rascafría)	Caliza Cal Hornos
El Cantero (Rascafría)	Actividad extractiva
La Corta de las Suertes (Rascafría) La Cantera (Rascafría) Arroyo de la Cantera (Rascafría) Corta de Juan Antonio (Rascafría)	Minas Canteras
Arroyo de la Yesera del Pedrosillo (Rascafría) La Barranca Blanca (Rascafría)	Yesos
El Arenal del Manzano (Rascafría) Las Areneras (Lozoya)	Arenas Gravas
El Cerco de la Fragua (Alameda del Valle)	Herreros Herradores Fragua

Dentro del término municipal de Rascafría se han localizado otro grupo de vocablos que pensamos guardan vinculación entre ellas (Arroyo de la Yesera del Pedrosillo, La Barranca Blanca), y que se referirían a antiguos hornos de fabricación de yeso. Por último, los topónimos El Arenal del Manzano y Las Areneras describirían zonas caracterizadas por arena y grava, mientras que El Cerco de la Fragua haría mención al trabajo de los herreros y herradores.

BIBLIOGRAFÍA

- **Calleja Guijarro, T. (1981):** *"Romances de El Tuerto de Pirón"*. Editorial Hijos de Minuesa, Madrid.
- **Estadística Minera (1921):** p. 309-315.
- **Fernández Navarro, L. (1915):** *"Morfología geológica del Valle del Lozoya"*. Trab. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Geol., 12, Madrid.
- **Fernández Troyano, L. (1994):** *"Los pasos históricos de la Sierra de Guadarrama"*. Ed. Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid-Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, p. 168.
- **Hernández Girbal, F. (1977):** *"Bandidos célebres en la historia y leyenda"*, Tomo II. Ed. Lira, Madrid, p. 298-301.
- **Jiménez de Gregorio, F. (1986):** *"Madrid y su comunidad: territorio, historia, economía, sociedad"*. Ed. Avapiés, p. 204.
- **Jiménez de Gregorio, F. (1990):** *"Apunte Geográfico-Económico de los pueblos de la actual provincia de Madrid en el 1752 (VII)"*. Anales del Instituto de Estudios Madrileños, T. XXVIII, p. 243-272.
- **Madoz, P. (1849):** *"Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar"*, Tomo XIII, p. 374-375.
- ***"Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000. Segovia. Hoja y Memoria 38, 5/5"* (1974):** Instituto Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
- ***"Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Buitrago del Lozoya"* (1998):** Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, p. 96.
- **Marín Pérez, A. (1888):** *"Guía de Madrid y su provincia"* (2 Tomos). Escuela Tipográfica del Hospicio, Tomo II, p. 422.
- **Miñano, S. De (1826):** *"Diccionario Geográfico-Estadístico de Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Madrid y Toledo"*. 2 Tomos. Ediciones de Librería Rayuela, Sigüenza (Guadalajara), p. 498-499 (Tomo II).
- **Ortega Rubio, J. (1921):** *"Historia de Madrid y de los pueblos de su provincia"* (2 Tomos). Imprenta Municipal, Tomo II, p. 370.
- **Ortuño, V. (2000):** *"La Sierra Norte de Madrid"*, Ed. El Senderista, Madrid, p. 21-22.
- **Paz, T. (1990):** *"Rascafría, historia y arte de un pueblo de la Sierra Norte de Madrid"*. Ed. Este y Oeste, Madrid, p. 10.
- **Peñas, Z. (2000):** *"Vida y costumbres de los pueblos de la sierra"*. Edición del autor.
- **Pérez Regodón, J. (1970):** *"Guía Geológica y Minera de la provincia de Madrid"*. Memorias del Instituto Geológico y Minero de España, T. 76, p. 67.
- **Sanz Canencia, L. *et al.* (2002):** *"Alameda del Valle. 700 años en la historia de un pequeño pueblo de la Sierra de Madrid"*. Edición de la Asociación Socio Cultural El Refugio, Alameda del Valle (Madrid), p. 118-119.
- ***"Sendas guiadas"*. Centro de Educación Ambiental *"Puente del Perdón"*** (folleto turístico). Ed.: Parque Natural de Peñalara-Ayuntamiento de Rascafría-Consejería de Medio Ambiente (Comunidad de Madrid).
- ***"Transcripciones literales de las respuestas generales del Catastro del Marqués de la Ensenada, 1753"* (por Rafael Flanquer) (1984) (Inédito):** Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda de la C.A.M.
- **Vías, J. (2002):** *"Memorias del Guadarrama. Historia del descubrimiento de unas montañas"*. Ediciones La Librería, Madrid, p. 74-75.
- **VV.AA. (1991):** *"Arquitectura y Desarrollo Urbano. Comunidad de Madrid: Zona Norte-IV"*. Ed.: Dirección General de Arquitectura-Fundación Caja de Madrid- Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, p. 663-682.
- **VV.AA. (1998):** *"La Cuenca Alta del Manzanares y Rascafría"*. Documadrid. Servicio de Publicaciones de la Consejería de Educación y Cultura, p. 17.

La fundición de estaño de D. Marcelo García, en Tielmes, Madrid

O. Puche, L. Jordá y L.F. Mazadiego
ETSI Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
opuche@dinge.upm.es - lmazadiego@dermos.upm.es - luis_etsim@hotmail.com

RESUMEN

Inventariando hornos de yeso y cal en el Mioceno del SE madrileño, para un proyecto de investigación de la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid (Programa de Humanidades y Ciencias Sociales): "Arqueología Industrial: Conservación del Patrimonio Minero-Metalúrgico madrileño (III)", tuvimos la suerte de encontrar esta fundición.

Estudiando las minas y metalurgia del estaño en las publicaciones histórico-mineras no habíamos tenido noticias de ella. Gracias a la amabilidad del hijo del antiguo propietario pudimos visitar las instalaciones.

Palabras clave: Estaño, Madrid, Metalurgia, Patrimonio.

ABSTRACT

We found this smelter during the cataloguing of some gypsum and lime kilns in the Miocene basin at Madrid South East. The inventory is a part of a project called: "Industrial Archaeology: Preservation of the Mining and Metallurgy Heritage in Madrid. This research is granted by the Education and Culture Council of the Community of Madrid (in the Humanities and Social Sciences branch). We have studied old abandoned tin mines and smelters in Mining-Historic publications but did not find notices about this smelter in Tielmes. Thanks to the son of the old owner we could visit the installations.

Key words: *Heritage, Madrid, Metallurgy, Tin.*

HISTORIA DE LA MINERÍA DEL ESTAÑO EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La minería del estaño en Madrid es muy moderna, esto no quiere decir que no hubiera pequeñas labores artesanales puntuales desde la Edad del Bronce. Los datos históricos los recogemos de "La minería de los metales y la metalurgia en la Comunidad de Madrid (1417-1893)" de JORDÁ BORDEHORE, L.; PUCHE RIART, O. y MAZADIEGO MARTÍNEZ, L.F. (in litt.).

En la Estadística Minera de 1942 se apunta que es probable que empiecen a explotar algunos de los numerosos yacimientos de mineral de estaño y wolfram de los términos de Collado Mediano y Hoyo de Manzanares: "En el ramo de beneficio se anuncia que al año siguiente se ofrecerá la producción de las fábricas de beneficio de estaño que se han autorizado".

Desde el punto de vista de la minería metálica el hito más importante de la década de los cuarenta es la instalación de las fábricas de beneficio y fundiciones de estaño de Villaverde y de la calle Diego de León hacia 1943. En la primera además se separa la wolframita y se producen aleaciones. La aparición de estas industrias propiciará la activación de la minería de estos metales en un gran número de pequeñas explotaciones. Estas minas beneficiarán mediante zanjones y pequeñas catas superficiales los filones intragraníticos que surcan el borde meridional de la Sierra entre Collado Mediano y Hoyo de Manzanares y hasta San Agustín de Guadalix.

En 1957 hay una pequeña producción de 250 kg de estaño en el permiso de investigación "Rosario" de Hoyo de Manzanares, que el año anterior no tuvo producción. En 1958 figuran los trabajos preparatorios en la concesión de volframio (probablemente con estaño) Felisa en Becerril, pero no hay producción. Por otro lado figura por primera vez la producción de 7,21 t de casiterita en varias concesiones de Hoyo de Manzanares.

	Estaño
1942	
1943	
1944	85
1945	64
1946	Siguientes años sin producción
1955	
1956	133,033
1957	104,4
1958	

Tabla 1. Producción de las fábricas de beneficio de la provincia de Madrid (Fuente: Estadística Minera).

En 1965 la producción de estaño es ridícula, siendo con la de volframio la única producción metálica declarada. En 1966 se escribe en la Estadística Minera: "la minería metálica continúa con una actividad muy lánguida, tanto en wolframio como en estaño."

Figura una mina de estaño y volframio aunque sin producción. En los años siguientes hasta 1971 no hay producción metálica alguna en la provincia. De forma aislada figura una producción de 2,8 t de casiterita en una mina en 1972, sin señalar cuál. No hay ninguna producción oficial hasta 1981.

Hacia 1980 existió un rudimentario lavadero de estaño que tal vez trabajaba en aquel entonces como permiso de investigación previo a la concesión minera Maribel. Mediante una mesa de sacudidas concentraba los minerales pesados de los aluviones del río Guadarrama en las inmediaciones de la urbanización Molino de la Hoz. En 1982 al parecer según JIMÉNEZ (1993) la mina Asturias (o lavadero de Valtraviesa) situado junto a la tapia de El Pardo (entre Colmenar Viejo y Hoyo de Manzanares) produce algo de casiterita. En 1983 desaparece la producción metálica de Madrid.

En la zona comprendida entre Guadarrama, Collado Mediano, Torrelodones, Hoyo de Manzanares y Colmenar Viejo (prosiguiendo el metalotecto varias decenas de kilómetros hacia el Norte de la provincia, por Garganta de Los Montes, Lozoyuela y Pedrezuela) se explotaron numerosos filones de cuarzo ricos en casiterita y volframita. Estas explotaciones tuvieron su época dorada en los años de la Segunda Guerra Mundial y prosiguieron de forma intermitente varios años gracias a la fundición de estaño de Villaverde y otras de menor entidad que compraban toda la producción. La existencia de algunas fábrica de beneficio en la capital que compraban todo el mineral producido hizo rentables numerosas explotaciones de carácter muy esporádico que prácticamente vaciaron todos los filones intragraníticos y lavaron los aluviones y coluviones más ricos. Aún así la fundición se quejaba de la calidad de mineral que le era enviado. De todos modos, los aportes de la provincia eran una parte casi insignificante de la cantidad tratada por la fundición.

ALGÚN DATO HISTÓRICO DE LA FUNDICIÓN DE TIELMES

D. MARCELO GARCÍA tenía fundición hace unos cuarenta años, en la zona de Vallecas, Madrid, con otros socios

(C/ Montestremor, 24). D. MARCELO sin perder el nombre de ESTAÑOS MG montó fábrica propia en Arganda, en los últimos años de los sesenta. Al poco tiempo por problemas medioambientales tuvo que sacar su producción de esta localidad llevando las instalaciones a Tielmes, donde hubo metalurgia hasta mediados de los ochenta, produciéndose el cierre definitivo por la pérdida de rentabilidad de esta industria.

La minería del estaño en Madrid estaba muy decaída y había que buscar otras fuentes de abastecimiento. La materia prima de la fundición de D. MARCELO tenía dos posibles orígenes, o bien se compraba mineral (casiterita=SnO_2) procedente del extranjero o bien se trataban residuos (óxidos) procedentes de otras fundiciones.

PROCESO PRODUCTIVO

La fundición se realizaba en un horno rotativo (fig. 1). Gracias a unos quemadores de fuel-oil (figs. 2 y 3) se lograban altas temperaturas, superiores a los 1000ºC (llama color rojo-naranja). Por encima del horno una campana (fig. 4) recogía los humos, pasando a una cámara y filtros que impedían la salida de metales pesados al exterior. El metal retenido se reciclaba. El humo limpio salía a fuera por una chimenea de ladrillo, diseñada para favorecer el tiro (fig. 5). En estos hornos gracias a la incorporación de aditivos químicos se lograba la reducción del mineral a estaño. Este metal no era totalmente puro y solía mostrar aleaciones con otros metales (p.e.: plomo, cinc, etc.).

El fundido procedente del horno rotativo pasaba a unas calderas, de baja temperatura, menos de 500ºC. Las utilizadas eran cuatro, constaban de una especie cuba cilíndrica, de paredes refractarias, con una puerta y por encima aparecía colocada una cazoleta semiesférica de hierro, con un espesor de 5 cm., y su correspondiente tapadera del mismo metal (figs. 5, 6, 7 y 8). Por debajo se producía, gracias a un mechero, la inyección de fuel y aire. Este quemador se movía, giraba y se elevaba, para ir dando calor a todos los puntos de la cazoleta. En la parte superior había

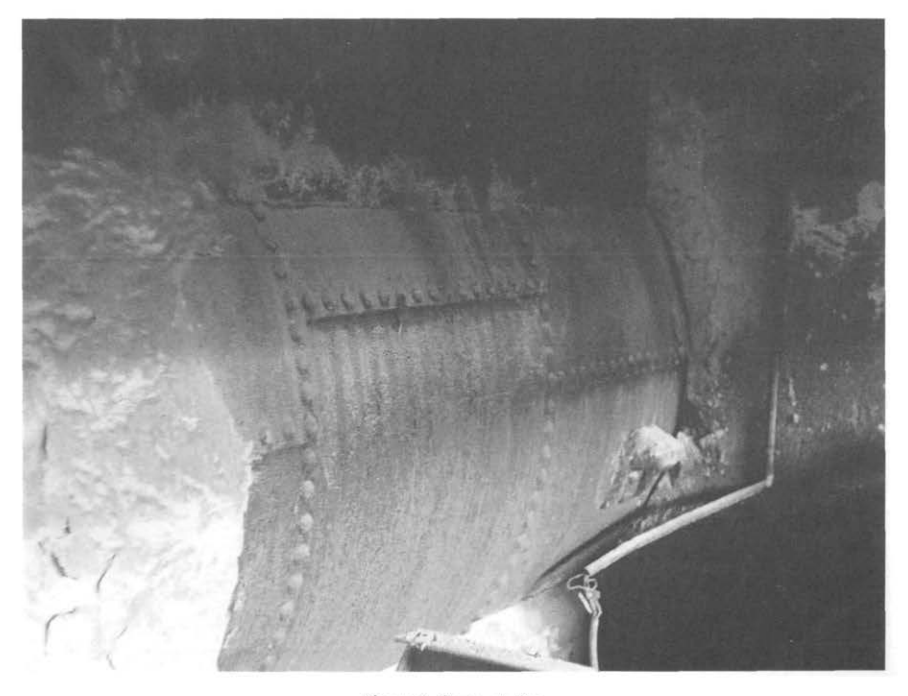


Figura 1. Horno rotativo.

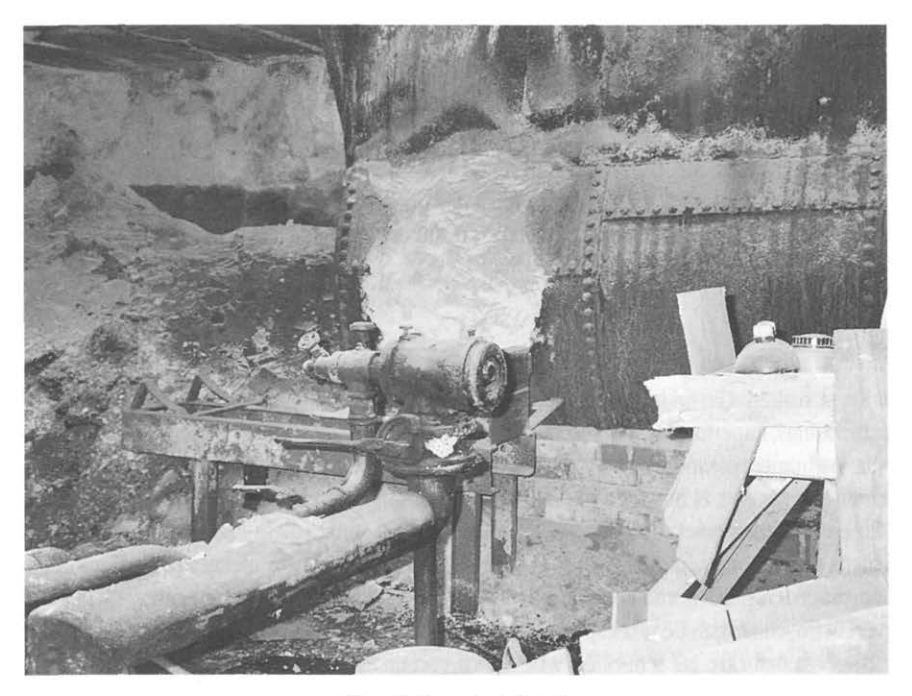


Figura 2. Quemador de fuel-oil.

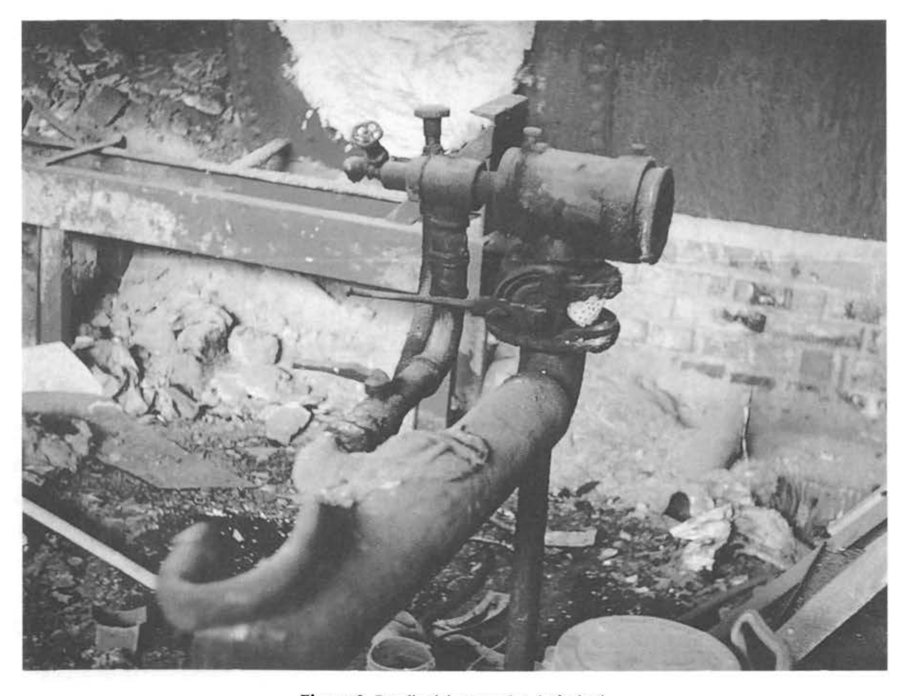


Figura 3. Detalle del quemador de fuel oil.

un pequeño hueco para la salida de humos. A veces estas calderas se alimentaban directamente de metal procedente de chatarras. La función que tenían encomendada era el afino o purificación del metal, para ello se añadían productos que lograban la escoriación de las impurezas.

Cuando se juntaban muchas escorias de una misma tipología se fundían en el horno rotativo, para recuperar el metal que contuviesen. Las escorias que no era posible tratar en estas instalaciones se remitían a otras empresas especializadas del sector.

El metal fundido procedente de las calderas se vertía en unas lingoteras (fig. 9), que eran refrigeradas por agua. Cuando el metal solidificaba y se contraía, se daba la vuelta a la lingotera y se la golpeaba, cayendo el lingote por acción de la gravedad.

Estos lingotes eran frecuentemente vendidos como aleaciones para las rotativas de los periódicos. Luego desde estas empresas se devolvían residuos (óxidos) que se reciclaban.



Figura 4. Campana de extracción de humos.

También se consumía metal desde los astilleros (El Ferrol, Asturias, Bilbao, etc.). para los cojinetes antifricción de los barcos (cada uno pesaba 500 ó 1.000 kg). Asimismo había una cierta demanda en fontanería. En general un mercado variado.

ELEMENTOS PATRIMONIALES

Lo primero que llama la atención al llegar a Tielmes, procedente de la Nacional III (Madrid-Valencia), es como se alza, a mano izquierda y justo a la entrada del pueblo, la chimenea de ladrillo (fig. 5) de unos diez-doce metros de

altura. Casi podríamos clasificarla arquitectónicamente como de estilo neomudejar madrileño, aunque la decoración es muy somera. Consta de una camareta cilíndrica, finalizando en unas impostas de ladrillo, que conforman un aro, a las que se añaden elementos sueltos dispuestos ortogonalmente, a modo de las púas de un peine. Por encima de la camareta, y tres veces superior en altura, se dispone el cuerpo troncocónico del tiro, culminando también en otro adorno cilíndrico de ladrillos alternantes. No cabe duda que este tipo de bienes inmuebles se están protegiendo y conservando en todos los lugares.

Respecto a los elementos metalúrgicos, tales como hornos, caldera, quemadores, etc., señalar que están medianamente deteriorados, por el lógico abandono de la producción. La nave de fundición aparece con bastante escombro. Las cazoletas de las calderas en algún caso se han acoplado como jardineras (figs. 7 y 8) lo que tal vez haya evitado su pérdida. En otros casos se muestran tiradas por el suelo de la nave, entre refractarios, tapaderas y otros residuos (fig. 9). Sin embargo, es posible reconstruir los procesos.

También abundan bienes muebles como es el caso de las lingoteras (fig. 10) y otras herramientas.

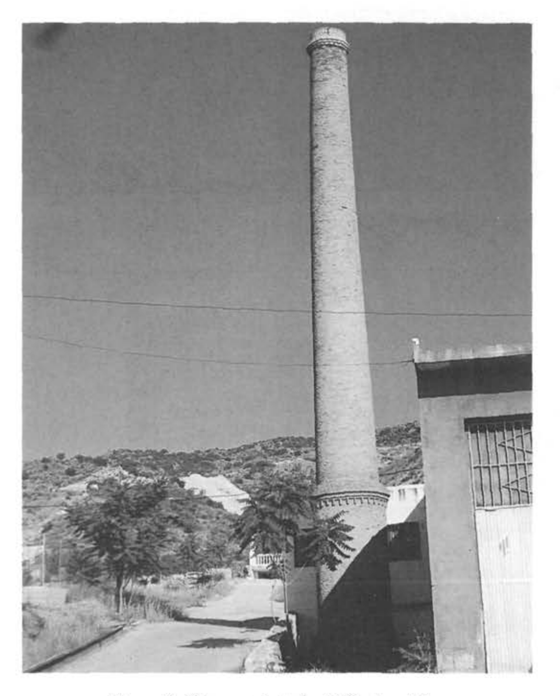


Figura 5. Chimenea de la fundición de estaño.



Figura 6. Cazoletas de los hornos de afino (calderas) rellenas de escombros (p.e.: ladrillos refractorios).

CONCLUSIONES

Estamos, que tengamos conocimiento, ante los últimos restos de una fundición de estaño en la Comunidad de Madrid. Su cierre tardío ha posibilitado su relativa preservación.

La chimenea, por su interés arquitectónico y estético, debería protegerse de acuerdo a alguna figura legal.

Si los propietarios quisieran, con los bienes muebles e inmuebles disponibles podría organizarse un Museo o





Figuras 7 y 8. Cazoletas de los hornos de afino recicladas como jardineras.



Figura 9. Tapadera de una cazoleta de los hornos de afino.



Figura 10. Lingotera.

Centro de Interpretación del Estaño, gracias a la recuperación de la nave de fundición y sus elementos metalúrgicos. Todo esto debería venir acompañado de los paneles didácticos correspondientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Marcos García Diego, hijo del fundidor, las facilidades dadas para la visita de las instalaciones, así como las explicaciones ofrecidas ante nuestras preguntas.

Minas de la Cruz, S.A.: las últimas actividades mineras realizadas en el distrito Linares-La Carolina

J. Dueñas Molina* y P. García Lozano**
*Universidad de Jaén. Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos.
jduenas@ujaen.es
**Universidad de Jaén. Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera.

RESUMEN

La actividad minera en el Distrito Linares-La Carolina viene desarrollándose desde épocas prehistóricas, y asentamientos de poblados mineros, como el de Peñalosa (Baños de La Encina), así lo atestiguan.

A lo largo de todos estos años hasta la época contemporánea, han convivido en la Comarca numerosas empresas mineras nacionales y extranjeras, empleando diferentes tecnologías para la extracción de sus minerales y cuya actividad ha ido marcando la fisonomía del paisaje y el entorno sociocultural de sus habitantes.

En esta última época, La Compañía La Cruz, Minas y Fundiciones, fundada en 1830 por el Marqués de Remisa, desarrollará su actividad de forma ininterrumpida hasta 1991 en que se produce el cierre definitivo de sus minas y con ello, la larga y peculiar historia de este Distrito Minero.

Este trabajo pretende adentrarse en el análisis de las distintas fases por las que ha pasado la explotación y concentración de los minerales de esta Comarca durante la época contemporánea, y al mismo tiempo, conocer los motivos que llevaron al cierre de estas explotaciones mineras.

Palabras clave: Cobre, encamadas castillejos, explotación minera, Minas de la Cruz, Plomo.

ABSTRACT

The mines of the district "Linares-La Carolina" have been worked from prehistoric epochs. For example, it can be mentioned a mining settlement called Peñalosa (Baños de la Encina).

From the beginning of the mining works both of national and foreign companies have established in the region. These companies have used different technologies for the extraction of minerals. In fact, the mining activity of these companies has modified both of the physiognomy of the landscape and the social and cultural environments of the inhabitants of this region.

It must be highlighting that a mining company named as "Compañía La Cruz, Minas y Fundiciones", which was founded in 1830 by the Remisa Marquess, carried out a wide mining activity until 1991. In fact, the long and peculiar history of this mining district finished just in this year.

This study tries to investigate the different phases of the mining works carried out in this region during the contemporary epoch. On the other hand, this study extracts to the light the reasons that provoked the definitive ending of the mining works.

Key words: *copper, De La Cruz Mines, lead, mining exploitation.*

INTRODUCCIÓN

El Distrito Minero Linares-La Carolina, situado al norte de la provincia de Jaén, próximo al Paso de Despeñaperros (Fig. 1), ha venido explotándose desde épocas prehistóricas hasta fechas muy recientes, donde diferentes civi-

lizaciones han laboreado minerales como la Plata, el Plomo, el Hierro o el Cobre teniendo su máximo esplendor a partir de la mitad del siglo XIX con la entrada de capitales extranjeros, como ingleses, franceses, belgas, alemanes... que introdujeron en la Comarca nuevas tecnologías de la Revolución Industrial como el vapor, y establecieron sistemas de desagüe y explotación más racionales que los utilizados hasta la fecha. Todo ello hizo posible un desarrollo minero e industrial de gran relevancia mundial que por desgracia terminaría en 1991 con el cierre de Minas de La Cruz, S.A.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Existen en la zona numerosos indicios de actividad minera desarrollada en los períodos calcolítico y argárico. Pero será con la conquista del pueblo Cartaginés, cuando se desarrolle la minería en esta comarca, poniendo en marcha la totalidad de los centros mineros con la finalidad de engrosar sus arcas de plata que haría posible sus campañas contra Roma.

Sin lugar a dudas el pueblo minero por excelencia fue el romano, finalizadas las guerras Púnicas, su implantación en nuestra comarca se sitúa en torno al año 201 a. J.C., y se puede decir que será desde este momento cuando la comarca de Linares se desarrollará hasta cotas insospechadas para su tiempo, con la racional y exhaustiva explotación que el pueblo romano ejercerá sobre el Distrito Minero Linares-La Carolina. Se han encontrado restos de minería romana en las minas de Palazuelos, Valdeinfierno, Arrayanes, Collado del Lobo, Centenillo, Araceli, Los Escoriales, La Cruz, etc. cuyo testimonio más conocido es el Bajorrelieve de la mina LOS PALAZUELOS, siendo esta mina la única conocida en la comarca con presencia de plata nativa asociada a vetas de Barita.

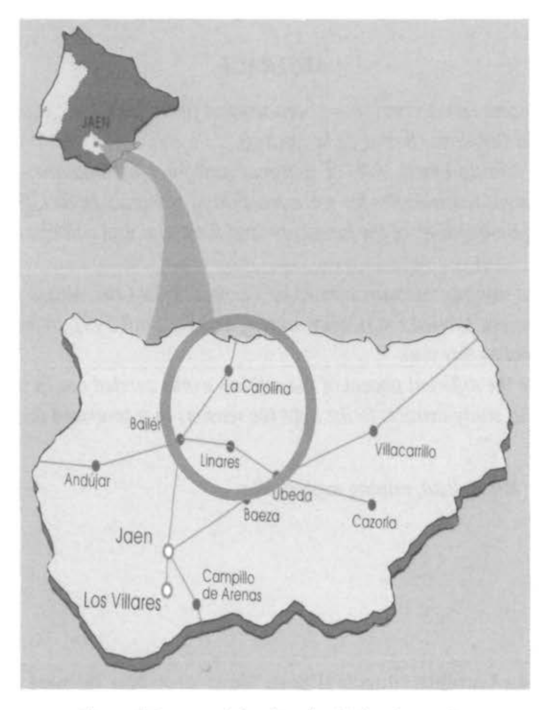


Figura 1. Esquema de localización del área de estudio.

Durante la Edad Media en España comienza un pequeño resurgimiento de la minería con la primera Ley de Minas, que fue dada por D. Juan I de Castilla, en las Cortes de Briviesca (1387) *"pertenecían al Rey todas las minas; que todas las personas del Reino podrían investigarlas y explotarlas y que del producto neto, la tercera parte de las utilidades era para el explotador y las otras dos para el Rey"*. A pesar de todo ello la minería no se desarrolla casi nada, más bien queda estancada por los enormes impuestos y por las cesiones que siguió dando el Estado a los grandes señores.

Habría de llegar el siglo XVI para que la minería tomase cierto auge de nuevo. El 10 de Enero de 1559, la Reina Doña Juana, en ausencia de Felipe II, publica en Valladolid una pragmática en la cual se declaran caducadas todas las concesiones hechas hasta la fecha, e incorpora a la Corona todas las de oro, plata y azogue. El 18 de Mayo de 1563 su hijo Felipe II publica una nueva pragmática modificando a la anterior en lo relativo a los impuestos que habrían de pagarse, dejando libre de ellos a los minerales de plomo y otros. Al amparo de estas nuevas leyes comenzaron a solicitarse numerosos registros y concretamente en nuestra comarca durante los años 1565 y 1566, se solicitaron 34.

En Agosto de 1749 se hace cargo en Linares de la Mina de Arrayanes la Hacienda Pública, después de una importante investigación de los filones de la zona.

El siglo XIX estará cargado de acontecimientos y sobre todo de legislaciones oportunas que conseguirán hacer renacer este Distrito Minero. En la primera mitad la minería intentará sobresalir, auspiciada por la Hacienda Pública y beneficiando la incorporación de nuevos capitales, entre ellos el de GASPAR REMISA MIARONS (Marqués de Remisa 1784/1847), que entre algunas de sus ocupaciones era Banquero, Director General del Tesoro, Senador, Empresario Minero (Guadalcanal, Ríotinto, La Cruz...). Este peculiar personaje, funda el complejo de Compañía La Cruz en el año 1830 que perduraría hasta el año 1991 con distintos capitales extranjeros y nacionales: Marqués de Remisa (1825-1846), Sociedad I. Pourcet y Cia (1846-1848), Sociedad A. Brissac y Cia (1848-1855), Sociedad Adan H. Pache y Cia (1855-1863), Sociedad Neufville (1864-1949), Cia. La Cruz, Minas y Fundiciones de Plomo (1949-1975), Fundición La Cruz (1975-1986) y Minas de La Cruz S.A. (1975-1991).

En la segunda mitad del siglo XIX la minería alcanzaría cotas insospechadas, gracias a la llegada a la comarca de las primeras máquinas de vapor que habían sido embarcadas desde Inglaterra en 1844 y que hacia 1849, existe información del funcionamiento de una de ellas en la Mina Pozo Ancho, perteneciente a la compañía inglesa The Linares Lead Mining C° (Fig. 2). Esto supondrá un verdadero relanzamiento de la minería de la zona, explotándose magníficos yacimientos abandonados por motivos de desagüe, e instalándose en 1880 en la comarca de Linares un total de 94 Máquinas de Vapor tipo Cornish.

El auge de la minería fue inmediato con el apoyo inestimable del capital extranjero que vió en nuestra minería un camino abierto a la explotación y por consiguiente de enriquecimiento, a costa de unos muy ricos yacimientos, unos jornales bajos y unas leyes propicias para la actividad empresarial. La presencia extranjera participará en el distrito minero con su capital, que acompañado de su iniciativa abrirá el camino verdadero hacia la renovación técnica de los sistemas de explotación, nuevos métodos de trabajo y sobre todo de organización del mismo que darán por fin al traste, con un período de minería de estilo decadente que se había mantenido durante largo tiempo en nuestro distrito, destacándose a partir de ahora un lema a tener presente en las empresas "inversión = rentabilización". En 1890 la totalidad de las concesiones que figuraban en el Distrito eran de 1011 y el beneficio de los metales se realizó durante este período por las fundiciones: La Cruz (1830). Cañada Incosa/ Los Salidos (1857). La Tortilla (1876).

En el siglo XX la minería se mantendrá aún con prosperidad en la primera mitad, salvo las lógicas alteraciones que producirán los precios del mineral. Para tener una idea más cercana de lo que fue nuestro distrito minero Linares-La Carolina se adjunta un cuadro (Tabla 1), que se ha elaborado con la distribución de personal, producciones y accidentalidad, desde el año 1915 a 1930.

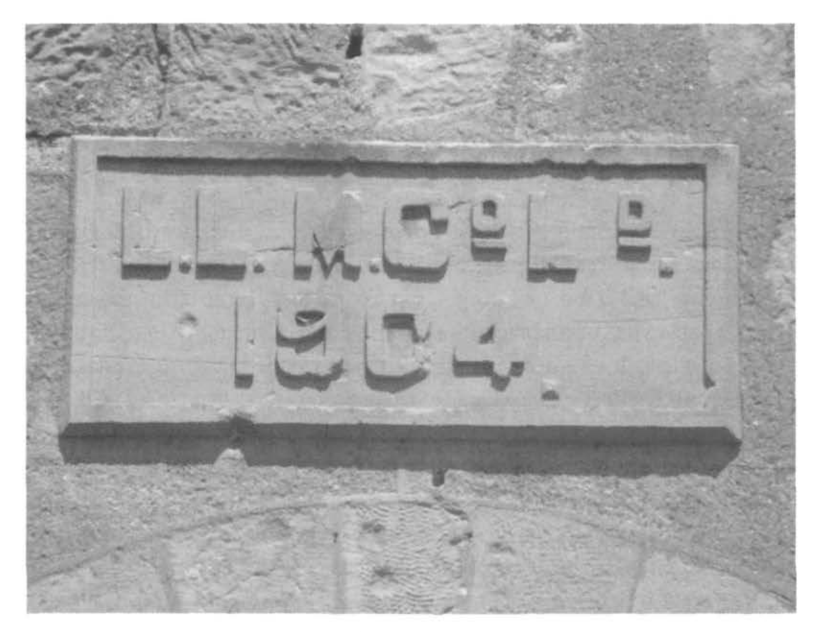


Figura 2. Leyenda de la casa de máquinas del Pozo San Francisco. Mina Pozo Ancho.

Pasados los años duros de la minería y de las pérdidas brutales de jornales, los capitales extranjeros van dejando nuestro suelo patrio y configurándose empresas españolas, tales como ADARO con la explotación e investigación

AÑO	Nº TRABAJADORES			PRODUCCION TM		ACCIDENTES	
	MINA	FUNDIC.	TOTAL	MINERAL	PLOMO	HERIDOS	MUERTOS
1.915				118.716	46.918		
1.916				105.884	59.230		
1.917	9.917	1.374	11.291	103.741	52.330	28	28
1.918	9.027	1.388	10.415	98.867	47.631	18	23
1.919	6.909	1.096	8.005	70.220	35.521	17	16
1.920	6.960	847	7.807	75.553	32.960	16	18
1.921	5.364	550	5.914	56.854	18.893	13	40*
1.922	5.328	580	5.908	70.620	30.997	19	14
1.923	6.276	572	6848	76.625	33.995	16	14
1.924	7.832	612	8.444	89.041	38.416	16	17
1.925	8.830	657	9.487	100.168	37.306	25	25
1.926	9.266	735	10.001	114.206	38.394	28	27
1.927	6.179	658	6.922	93.900	30.555	10	10
1.928	4.719	502	5.221	84.980	26.326	17	19
1.929	5.084	412	5.496	95.167	25.655	10	14
1930	5.285	379	6.345	88.977	23.996	14	9

*Este aumento de muertos tan considerable es debido al accidente ocurrido el 5 de enero de 1921 en la Mina Araceli (Baños de La Encina), con la perdida de 23 vidas humanas.

Tabla 1. Estadística minera del distrito Linares-La Carolina.

de nuevos criaderos y la Compañía La Cruz que en 1949 pasará íntegramente a capital español, con la introducción de la Banca Española en los negocios mineros linarenses.

GRUPOS MINEROS

Han sido muy numerosas las minas explotadas por esta Compañía y que a su vez se fueron agrupando en torno a diferentes áreas de explotación y que en la zona reciben el nombre de Grupos Mineros, considerándose así a la reunificación de diversas concesiones y demasías mineras. Entre ellos destacaremos por orden de importancia en cuanto a resultados de explotación (Fig. 3):

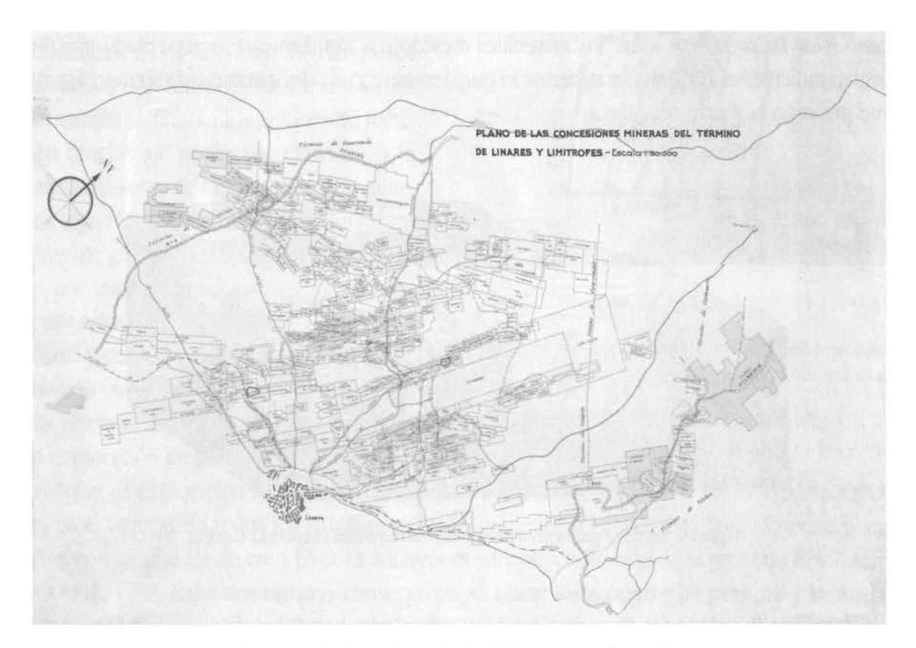


Figura 3. Plano de concesiones del distrito minero de Linares.

- Grupo Minero El Cobre-Matacabras-Cerro Hueco
- Grupo La Cruz
- Grupo Minero Los Quinientos
- Grupo Minero El Alcázar San Miguel
- Grupo Minero La Previsión Virgen de La cabeza
- Grupo Minero Número Uno
- Grupo Minero Las Atilas
- Grupo Minero Las Encantadoras

Como ejemplo de la importancia de estos grupos destacamos la desempeñada por el Grupo minero el Cobre-Matacabras-Cerro Hueco, donde se han realizado 2.026.978 m^3 de excavación, sobre realces o cámaras almacén, 6.874 m de Pozos, 49.822 m de galerías sobre filón y 34.102 m de galerías auxiliares.

GEOLOGÍA

Se encuentra situado el Distrito Linares-La Carolina al norte de las zonas externas de las Cordilleras Béticas. El subsuelo de la comarca lo componen rocas de origen paleozoicas y que con posteridad fueron recubiertas por sedimentos posthercínicos.

El zócalo paleozoico se compone principalmente de pizarras de edad carbonífera y de una intrusión granítica y de diques intrusivos. La Cobertura del zócalo está compuesta por materiales triásicos, neógenos y cuaternarios (Fig. 4).

Los sedimentos triásicos se encuentran representados por dos tramos muy diferenciados: el inferior (Facies de base) con espesores de 10 a 20 m y compuestos fundamentalmente por niveles de conglomerados y areniscas de color rojizo que descansan sobre el Paleozoico. El intermedio presenta materiales con litologías de carácter arcilloso, teniendo un espesor de unos 100 m.

El mioceno hace su presencia sobre los materiales mesozoicos, ampliamente representado por depósitos del neógeno, correspondientes al Tortoniense superior, lo que demuestra una discontinuidad estratigráfica y constituida esencialmente por margas y margoarcillas.

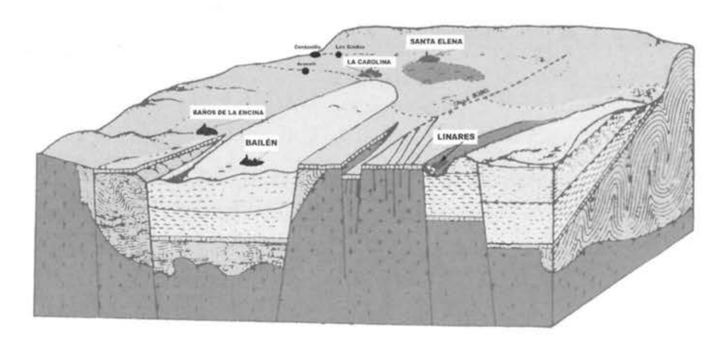


Figura 4. Esquema geológico tectónico del distrito minero Linares-La Carolina.

El Cuaternario se encuentra en las zonas de arrastre fluvial, compuestas por materiales de arrastre y que se han depositado en las terrazas de los ríos, con un espesor oscilante entre los 10 y 30 m, compuestos básicamente por limos con intercalaciones de niveles de arenas.

La intrusión granítica producirá el emplazamiento y consolidación progresiva de los granitos aflorantes, que en su intrusión digieren, levantan, perforan y se inyectarán, parcialmente, entre las pizarras, metamorfizándolas por acciones térmicas. Las tensiones surgidas al consolidarse el granito, determinarán un termodiaclasamiento de fracturas principales con direcciones N 25° E y N 65° O. Serán este sistema de diaclasas los motivadores de los posteriores rellenos hidrotermales, que perduran hasta el Trias, dando lugar a los filones de galena que conforman el rico Distrito de Linares-La Carolina.

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

Los filones de este Distrito son de anchuras reducidas desde unos pocos centímetros hasta unos tres metros

como norma general. Son casi verticales, con longitudes de varios kilómetros y profundidades variables, que en algunas zonas de Linares han llegado a más de 1000 m. En la Fig. 5 se puede observar la composición de este tipo de filones, formados por galena argentífera, que es el mineral único a beneficiar, junto a una serie de rellenos de óxidos de hierro, cobre, baritas, etc.

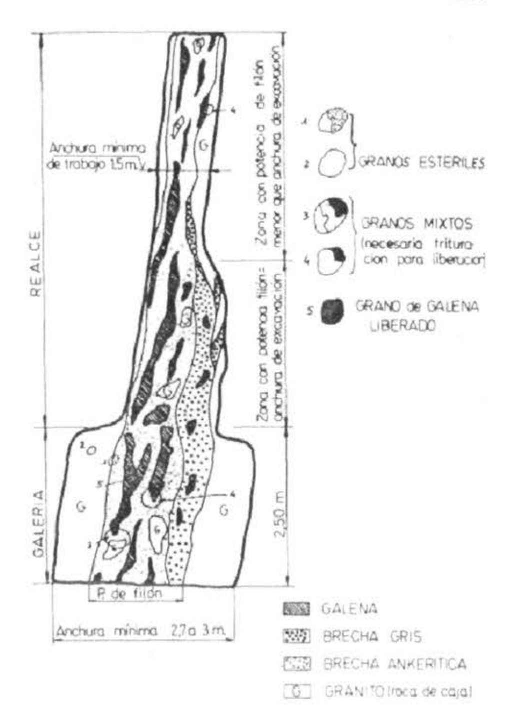


Figura 5. Esquema estructural de un filón en relacción con las dimensiones mínimas de trabajo en galerías y cámaras.

La minería ha sido siempre subterránea, y tanto el acceso a las labores como la extracción del mineral se han realizado a través de pozos verticales de sección rectangular. En la Fig. 6 se contempla un corte longitudinal del Filón del Cobre con los pozos correspondientes y las zonas rayadas que son las explotadas. También se figuran los gráficos de metalizaciones en función de potencias reducidas, o lo que es lo mismo, la suma de los lentejones de mineral en cortes transversales medidos según muestreo en los avances de galerías. Como puede observarse en la figura, por las zonas explotadas y no explotadas, son filones arrosariados, tanto en longitud como en profundidad y como consecuencia, las investigaciones ha habido que hacerlas sobre el propio filón para fijar las reservas seguras y probables y poder planificar la explotación de las mismas.

Como sistema de explotación se ha venido utilizando fundamentalmente el de Cámaras Almacén con una serie de variantes en el tiempo. En todos los sistemas utilizados, el realce o cámara está limitado entre plantas (niveles) por unos 35m, con longitudes de unos 65m. La anchura es variable en función de la potencia del filón, pero la mínima operativa es de 1,5m. Entre dos cámaras consecutivas, se sitúan los accesos para personal y ventilación. El arranque es por perforación y voladura de forma ascendente por cortes sucesivos en testeros de unos dos metros de altura. El piso de trabajo son las propias zafras arrancadas, una vez extraídas el 40% de las mismas (esponjamiento que sufre este tipo de zafras al ser arrancadas). La extracción se realiza por medio de tolvas o cerrojos, dependiendo del sistema de explotación utilizado. A continuación se exponen los métodos de trabajo más usuales empleados en la zona y ordenados del más antiguo al más moderno.

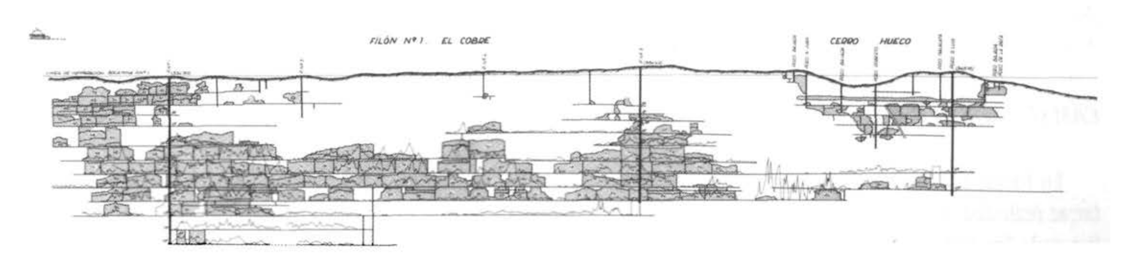


Figura 6. Plano de labores del filón El Cobre-Cerro Hueco

CÁMARAS DE ALMACÉN CON ENCAMADAS Y TOLVAS DE MADERA (Fig. 7)

Este sistema de explotación se realiza realzando la galería de base unos 4m, con lo que la altura desde el piso es de 6m. A 4m. del piso se colocan unas encamadas de madera de 7m. de longitud, dejando huecos entre ellas de 2m. para el paso de las zafras. A 2m. de altura del piso de la planta, se colocan los fajados de madera con su culatón de costeros y rabizas para formalizar las tolvas de extracción. Encima de las encamas de madera, comienza el arranque del mineral, una vez preparados los castillejos de acceso y ventilación en los extremos de la cámara. El problema de este sistema es que todo el material arrancado gravita encima de los fajados de madera y el paso de personal y material es por debajo del mismo. Con este sistema se producían muchos cortes en las galerías por hundiciones de las tolvas o encamadas, con el consiguiente peligro además de necesitar mucha mano de obra para el mantenimiento de las mismas.

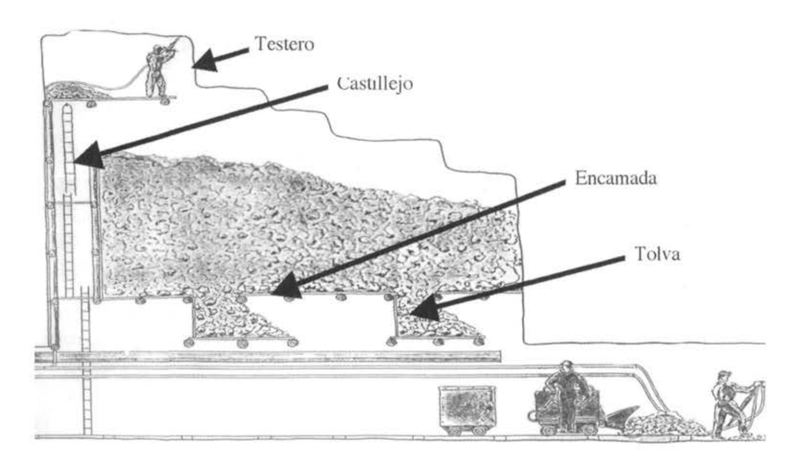


Figura 7. Explotación por cámaras de almacén con encamadas y tolvas de madera.

CÁMARAS DE ALMACÉN CON MACIZOS Y TOLVAS DE MADERA (Fig. 8)

Este sistema vino a reducir en parte el problema mencionado, pero sólo en parte, porque en las tolvas seguían produciéndose estas hundiciones, sobre todo cuando se terminaba un realce, se le extraían el total de las zafras y se abandonaba en lugar de hacer un mantenimiento sistemático. Las maderas de las tolvas se deterioraban y se hundían, con el consiguiente corte de las galerías e incluso con el peligro para el personal que tenía que pasar necesariamente por debajo de las mismas. Otro problema de este sistema era la pérdida de mineral abandonado en los macizos que hacía la función de las encamadas de madera del sistema anterior.

CÁMARAS DE ALMACÉN CON GALERÍAS PARALELAS (Fig. 9)

En función de las metalizaciones observadas en la galería del filón, se acotaba la longitud de la cámara a explotar, se realizaba una galería paralela a la del filón sobre el granito y separada de la misma unos 7m. En la galería auxiliar, cada 7m. se hacía un recorte hacia la galería del filón, como indica la figura. Estos cerrojos hacían la función de las tolvas en los sistemas anteriores.

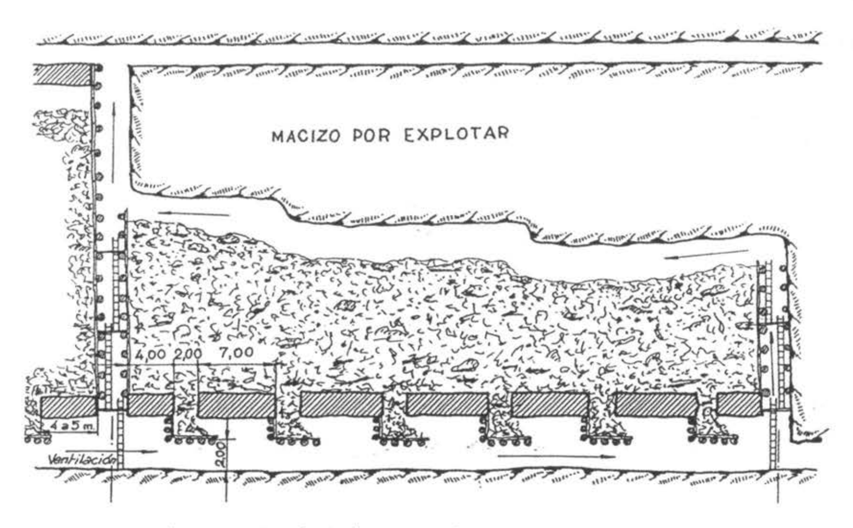


Figura 8. Explotación de cámaras almacén con macizos y tolvas de madera.

El personal ya no tenía que meterse debajo del mineral arrancado, sino que a través de estos cerrojos y con palas cargadoras se extraía el mineral a las vagonetas situadas en la galería auxiliar y desde aquí, con locomotoras se llevaban los trenes hasta el embarque del pozo para extraerlos a la superficie. La seguridad del personal en la carga de mineral era total. Se habían eliminado los problemas de las hundiciones en las galerías al poder mantener estas auxiliares en un perfecto estado de mantenimiento.

Pero las Cámaras de Almacén empezaban a crear problemas de estabilidad al explotarlas en niveles pro-

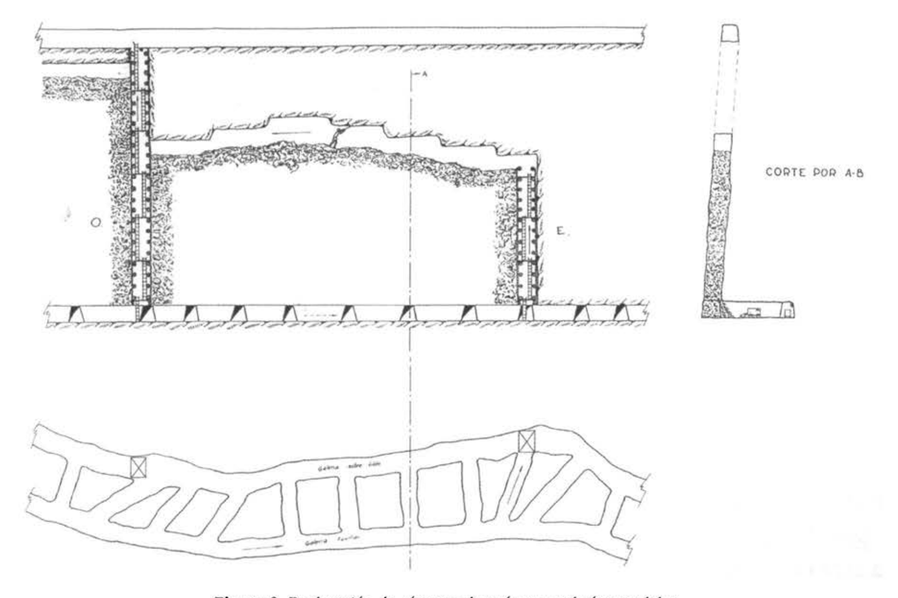


Figura 9. Explotación de cámaras almacén con galerías paralelas.

fundos de más de 300m, y esto era debido a los grandes huecos dejados por la alta tasa de explotación en la mina. Se producían grandes golpes de techo al no tener macizos donde descargar las tensiones producidas por huecos de la explotación y esto se reflejaba principalmente en el techo de la cámara, que acumulaba casi todas las tensiones. Este fenómeno se producía cuando la explotación del realce llegaba a una altura aproximada de 20m. del nivel inferior. Esto motivó el estudio y puesta en marcha del último sistema de trabajo que se describe a continuación.

CÁMARA DE ALMACÉN Y SUBNIVELES CON BANQUEOS VERTICALES (Fig. 10)

Se pretendía con este sistema una mayor seguridad, e incrementar el ritmo de excavación que desde hacía bastante tiempo no se había variado por los sistemas de explotación convencionales empleados. Con este sistema se podía mecanizar más la perforación, aumentar los rendimientos y disminuir en parte los costos.

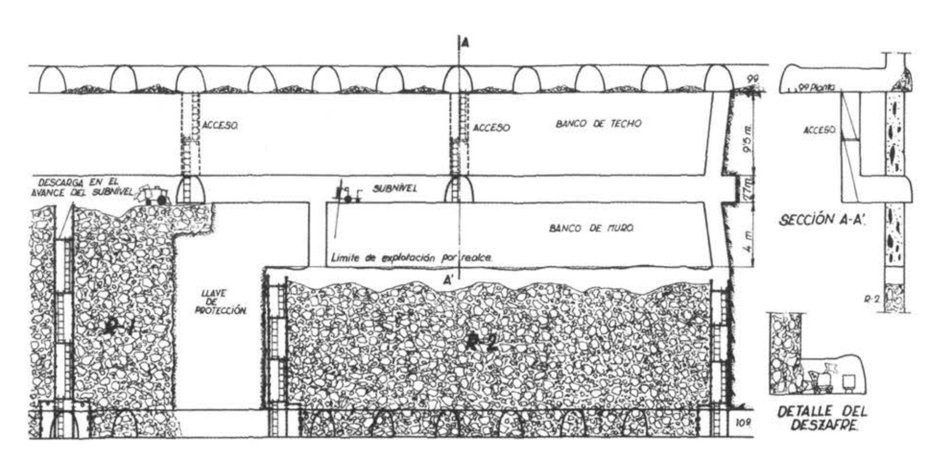


Figura 10. Explotación de cámaras almacén y subniveles con banqueos verticales.

Se realizaba una galería intermedia o subnivel entre los niveles principales sobre el filón, a unos 9,5m. del nivel superior. Se avanzaba por delante de los bancos de explotación y se accedía a él desde la galería auxiliar de la planta superior con recortes y chimeneas perforadas desde un realce contiguo como se indica en el esquema de la figura 10. Se explotaba la Cámara desde el nivel inferior por el sistema tradicional hasta unos 20m. de altura donde comenzaban los problemas de estabilidad. Desde el subnivel se perforaban tiros largos de 4m. ó 5m. hacia abajo y 9,5 m. hacia arriba. Previamente se hacía un slot o chimenea en uno de los extremos y se iniciaba el banqueo simultáneo de los macizos superior e inferior en retirada. Este sistema proporcionaba toda la seguridad que da el hecho de hacer la explotación de la parte más conflictiva de la Cámara desde el subnivel previamente fortificado. El aumento de rendimiento era evidente al volar unos 14m. de macizo a la vez.

La paralización de las explotaciones no dejó culminar la puesta en marcha de otra variante que se estaba estudiando para la explotación de todo el macizo entre niveles (35m.) por un sistema de banqueo total, eliminando así la explotación tradicional de Cámaras de Almacén, dando un mayor rendimiento y sobre todo una mayor seguridad.

CONCENTRACIÓN DE MINERALES

El tratamiento mineralúrgico era muy simple al ser una minería monometálica con la galena bien liberada. Había una trituración primaria y secundaria para obtener un primer mineral a tamaños por debajo de 20mm con un proceso gravimétrico. Después los mixtos rechazados por la gravimetría pasaban a una molienda con bolas para reducir los tamaños a menos 20 μm y obtener una segunda liberalización del resto del mineral que pasaba a ser tratado por flotación simple.

En el esquema de flujo de la Fig. 11 se pueden ver estas operaciones.

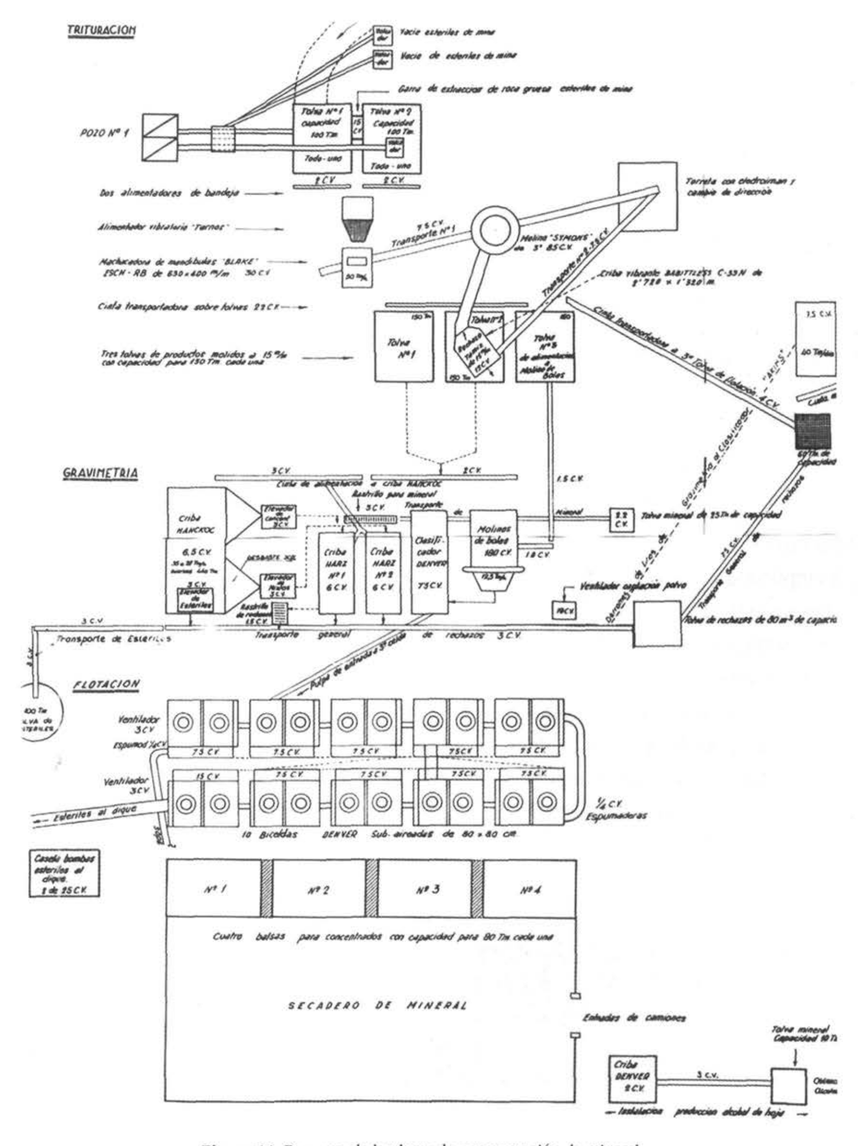


Figura 11. Esquema de la planta de concentración de mineral.

CONCLUSIONES

Minas de La Cruz desarrolló una intensa actividad a lo largo de su dilatada historia, saliendo airosa de numerosas etapas de crisis y aunque luchó incansablemente hasta su final, desgraciadamente este se produjo el 21 de mayo de 1991. No puede establecerse una causa para su cierre, fueron diversos los factores que lo motivaron. Con objeto de dar una visión más generalista, se ha incluido un cuadro de evolución de la producción, en el decenio 1980/1990 (Tabla 2), donde se reflejan: producción bruta, producción metal, tratamiento, leyes del yacimiento y concentrado de mineral, donde se aprecia la disminución de la producción de Pb de unas 3.100 Tm., en el último quinquenio de explotación.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Pro. Mi. Bruto	136.387	128.131	141.945	131.540	130.373	146.585	144.312	143.687	143.665	137.427	118.013
Tratamiento	131.100	106.884	131.568	124.440	123.624	140.926	135.864	132.588	137.103	128.226	110.749
Mov. Estériles	28.882	35.454	24.688	24.862	32.228	29.739	18.372	15.154	4.196	17.658	11.563
Ley de Pb % (bruto)	6.35	6.23	5.57	6.82	9.89	9.33	9.45	9.10	8.98	8.55	8.97
Ley de Ag % (bruto)	15.20	15.49	12.92	17.57	27.60	25.18	23.25	22.34	22.61	21.48	22.45
Producción Pb Metal	8.665	7.795	7.090	8.972	12.897	13.674	13.640	13.081	12.899	11.750	10.586
Ley Pb % (concentrado)	77.93	76.40	77.23	76.56	78.16	80.28	80.12	80.00	79.50	79.40	79.35
Ley Ag (conce.) g/t	200	190	179	197	206	208	197	196	200	200	199

Tabla 2. Tabla de evolución de la producción de Minas de La Cruz. (Fuente: Memorias anuales de la empresa).

Además los costes de explotación aumentarían con los años lo que supuso un continuo balance deficitario en las arcas de la empresa, datos que se reflejan en el gráfico de costes (Fig. 12), donde se aprecian los gastos de explotación y los ingresos por producción en millones de euros de 1985 a 1990.

A modo de resumen se puede decir que en los últimos años de actividad se apreciaron diversos eventos que avocaron al cierre de esta emblemática mina:

- Empobrecimiento de los filones en profundidad
- Bajadas considerables de los precios de mercado en las bolsas internacionales
- Obligación de explotar las zonas más ricas de la mina, sin la planificación adecuada, para poder dar la producción necesaria y hacer frente a los períodos de bajadas de precios. Como consecuencia, el agotamiento progresivo de las reservas

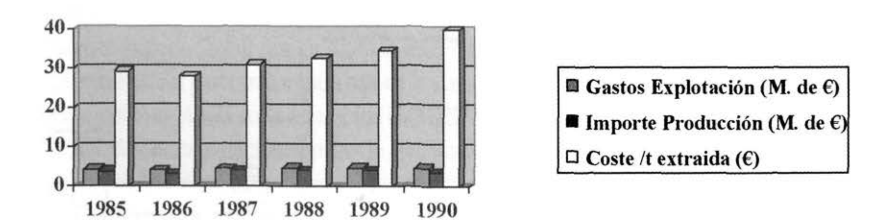


Figura 12. Costes de Mina de La Cruz. (Fuente: Memorias anuales de la empresa).

- Motivos políticos y de mercado en los que el plomo estaba siendo y es rechazado por motivos ambientales
- Falta de inversiones en investigación y desarrollo al no querer invertir en este tipo de minería monometálica por la poca defensa que tienen este tipo de minerales con costes elevados de explotación debido al tipo de yacimiento de filones verticales y estrechos frente a otros minerales complejos (Cu, Zn, Fe, ...) que tienen yacimientos con una morfología más asequible para su explotación, y que además, siempre hay alguno de esos metales en alza en el mercado internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- **Azcárate, José Enrique.** *Mapa Geológico y memoria explicativa de la hoja nº 905 (Linares).* Instituto Geológico y Minero de España. Madrid 1977.
- **González Llana, Emilio.** *El Plomo en España.* Madrid 1949.
- **Junta de Andalucía.** *Libro Blanco de la Minería Andaluza.* Dirección General de Industria, Energía y Minas. Sevilla 1986.
- **Mesa Álvarez, Pedro.** *Memoria sobre la zona minera Linares-La Carolina.* Revista Minera Metalúrgica. Madrid 1889-1890.
- **Moreda Fernández, Guillermo y Dueñas Molina, José.** *Una visión del Distrito Minero Linares-La Carolina en la época más reciente.* Canteras y Explotaciones. Madrid 1991.

ÁREA 6:
RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO MINERO METALÚRGICO

Presentación del parque minero de Almadén

A. Hernández Sobrino
Fundación Almadén-Francisco Javier de Villegas.
mina@mayasa.es

RESUMEN

En las Minas de Almadén, al suroeste de la provincia de Ciudad Real, se encuentra el mayor yacimiento de mercurio del mundo.Aunque su explotación se remonta ala época romana, fue a partir del siglo XVI cuando Almadén se convirtió en una pieza clave para la economía española, al comenzar a utilizar el mercurio para el beneficio de los minerales de plata en las minas americanas. Ahora que la explotación minera ha tocado a su fin (la extracción de mineral finalizó en el 2001 y la Metalurgia en el 2003), la empresa Minas de Almadén va a restaurar todas sus instalaciones industriales para ponerlas a disposición de la visita pública. La ejecución del Plan Director del Parque Minero de Almadén estará concluida a finales del año 2005. Contempla dos fases: la primera desde el segundo semestre del año 2003 hasta diciembre de 2004 y la segunda, desde enero a diciembre de 2005.

Palabras clave: crisis del metal, mercurio, Minas de Almadén, parque minero, patrimonio industrial, restauración.

ABSTRACT

The Almadén mines, in the southwest of the Ciudad Real province, in Spain, were the biggest mercury mine in the world. The crisis of this metal carried to the mining company to close the mine and the metallurgical plant in 2001 and 2003, respectivily. Now "Minas de Almadén y Arrayanes, S.A." go to put the mining historical complex to disposition of the public visit. It willbe posible to visit also the old mining labours of the XVI-XIX century (first level of the Almadén mine).

Key words: *Almadén mine, industrial heritage, Mercury, metal crisis, mining park, public visit.*

En las Minas de Almadén, al suroeste de la provincia de Ciudad Real, se encuentra el mayor yacimiento de mercurio del mundo. Aunque su explotación se remonta a la época romana, fue a partir del siglo XVI cuando Almadén se convirtió en una pieza clave para la economía española, al comenzar a utilizarse el mercurio para el beneficio de los minerales de plata en las minas americanas.

A lo largo de los siglos, en Almadén se han ido sucediendo diferentes métodos de explotación en las labores mineras y cambios progresivos en las instalaciones metalúrgicas, cuyos restos constituyen un patrimonio industrial único. Como señaló el naturalista irlandés Bowles en 1752 *"Almadén es la mina más rica para el Estado, la más instructiva en su labor, la más curiosa para la historia natural y la más antigua que se conoce en el mundo"*.

Pero desgraciadamente todos los yacimientos, hasta los más grandes, terminan agotándose, y el de Almadén no iba a ser una excepción. El progresivo agotamiento del yacimiento y la vertiginosa caída de ventas del mercurio motivaron el cierre definitivo de la mina en el año 2001, si bien la planta de metalurgia primaria no finalizó su actividad hasta el 2003.

Para hacer frente a esta situación, Minas de Almadén y Arrayanes, S.A. (MAYASA), empresa pública perteneciente al Estado español y propietaria de las minas, ha venido realizando en los últimos tiempos un importante esfuerzo de diversificación industrial, que incluye la puesta en valor de su patrimonio histórico e industrial. Una de las primeras actuaciones en este sentido fue la constitución, en diciembre de 1999, de la "Fundación Almadén-Francisco Javier de Villegas" que tiene como fines conservar y rehabilitar el patrimonio histórico de Almadén, fomentar y pro-

mover el conocimiento histórico y científico de las explotaciones mineras y procurar los medios precisos para que este patrimonio pueda ser conocido, visitado y utilizado por el mayor número de personas.

Para desarrollar estos objetivos se convocó en 2002 un concurso para la elaboración del "Plan Director del Parque Minero de Almadén" que fue adjudicado a Quality System España, S.A.,en junio de 2003. El Plan Director es el instrumento para el diseño, la planificación y el control de la transformación de las instalaciones minero-metalúrgicas de Almadén en un Parque Minero, entendido éste como un espacio de transmisión cultural, educativo y turístico de calidad, a partir de la conservación y puesta en valor de su patrimonio industrial, científico y tecnológico.

Los proyectos de recuperación del patrimonio histórico que se han puesto en marcha se pueden dividir en tres apartados:



Figura 1. Vista general de Almadén.

RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

En este apartado se enmarca la creación del Archivo Histórico de las Minas de Almadén y el proyecto de recuperación de los fondos depositados en otros archivos.

LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS FUERA DEL RECINTO MINERO

EL REAL HOSPITAL DE MINEROS DE SAN RAFAEL

Es un edificio de notable porte, declarado Bien de Interés Cultural en 1992. Fue fundado en 1752 por el supe-



Figura 2. Real Hospital de Mineros.

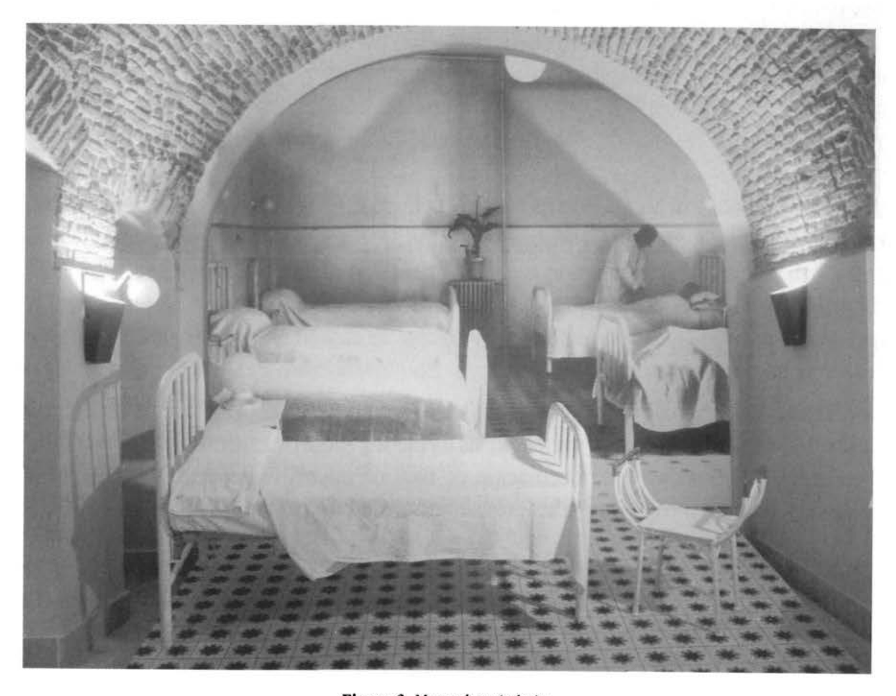


Figura 3. Museo hospitalario.

rintendente Francisco Javier de Villegas, quien da nombre a esta Fundación. Es uno de los primeros hospitales en España que contó con una estructura asistencial profesionalizada y puede considerarse como un logro de los ideales del movimiento sanitario ilustrado del siglo XVIII.

Las obras de restauración del Hospital comenzaron en febrero de 2002 y terminaron en octubre de 2003. Desde esa fecha se alojan en su interior el Archivo Histórico de las Minas de Almadén, la sede de la "Fundación Almadén-Francisco Javier de Villegas" y un Museo dedicado a la actividad hospitalaria y a la vida y costumbres de los mineros. El coste de las obras ascendió a 2 millones de € aproximadamente. Fueron cofinanciadas por la Fundación Caja Madrid, MAYASA y Fondos FEDER.



Figura 4. Archivo histórico.

LA RESTAURACIÓN DE LA CAPILLA DE SAN MIGUEL

Situada extramuros del Cerco de Buitrones, es el único testimonio que queda de la antigua Cárcel de Forzados. Fue construida en el siglo XVII para que oyesen misa los forzados y esclavos, evitando de este modo las fugas.

Está en tramitación el expediente de declaración de Bien de Interés Cultural, a fin de que el Instituto del Patrimonio Histórico Español (IPHE) proceda a su restauración con cargo a los presupuestos de 2005.

LA RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO MINERO-METALÚRGICO: LA CREACIÓN DEL PARQUE MINERO DE ALMADÉN

Las instalaciones minero-metalúrgicas de Minas de Almadén constituyen un auténtico museo "in situ" de la inge-

nería relacionada con el mercurio. Con el fin de preservarlas, se van a transformar en el Parque Minero de Almadén, lo que contribuirá a valorar su interés como parte de nuestro patrimonio industrial.

El objetivo del Parque Minero de Almadén es poner a la disposición de la sociedad un conjunto patrimonial recuperado de elementos minero-industriales en torno al mercurio, que permita explicar la riqueza geológica de los yacimientos existentes, la evolución de los diversos procesos minero e industriales a lo largo de su historia, y la importancia del mercurio en el desarrollo histórico de la sociedad y el impacto de la explotación de Almadén a nivel mundial.

En el Parque Minero se distinguen tres áreas bien diferenciadas: el interior de la Mina, las instalaciones mineras en superficie y el complejo metalúrgico. A continuación se describen brevemente las distintas zonas con sus principales elementos patrimoniales:

INTERIOR DE LA MINA

La planta 1ª de la mina de Almadén permite la observación de diversas labores mineras efectuadas entre los siglos XVI y XIX. Durante el recorrido se pueden visitar: las galerías y explotaciones de dicha época, el socavón de la mina del Pozo (principios del XVI), un ejemplo del sistema de explotación en testeros (finales del XVIII), el baritel y pozo de San Andrés, el socavón de la mina del Castillo (todavía utilizado a principios del siglo XX), torno de Castro, etc... Además, al estar algunas galerías excavadas en roca, se pueden observar algunas características geológicas del yacimiento (señales de oleaje, verticalidad de las capas, etc.)

La zona visitable de la mina corresponde a la planta primera, donde podemos observar dos partes bien diferenciadas: la mina del Pozo y la del Castillo, unidas entre sí a través de la llamada "Caña Gitana". Si dejamos aparte la "Mina Vieja de los condes Fúcares", que es irrecuperable, podremos recorrer la parte más antigua de la mina de Almadén. Corresponde ésta al conjunto formado por los socavones de la mina del Pozo y de la Contramina, unidos a través de la "Caña Real" y situados a ambos lados del cerro de Almadén.

En 1784, el director Hoppensack, de origen alemán, abandonó la explotación mediante el sistema de hurtos, que tantos hundimientos había provocado, para introducir el de "bancos y testeros". Este método usaba grandes troncos de madera llamados "asnados" para sostener los hastiales de la explotación, tal como puede verse en un "testero" accesible desde el socavón de la mina del Pozo.

Al ser en Almadén la disposición de las capas de cinabrio casi vertical, no hubo otro remedio que profundizar las labores mediante la excavación de pozos. El pozo principal de la mina del Castillo, hasta su relevo por San Teodoro, fue el de San Andrés, pozo interior que, partiendo de la planta primera, profundiza hasta la cuarta. Para su servicio se instaló un baritel subterráneo que precisó la excavación de un gran hueco de planta circular y gran altura, recubierto por una impresionante bóveda de ladrillo y piedra. Por encima del pozo de San Andrés se observan unos grandes arcos de ladrillo para sostenimiento del "anchurón" del pozo, método que luego fue desarrollado de forma espectacular por el director Larrañaga a partir del año 1800. Además, en el interior de dicho pozo vemos otra de las mejoras aportadas por los técnicos alemanes de finales del XVIII: el compartimento de escalas, de modo que la seguridad de los mineros aumentó considerablemente al dividir longitudinalmente los pozos en dos partes: una para el transporte de materiales y otra para el personal, a fin de que los trabajadores subieran y bajaran por escaleras de madera.

El torno de Castro, por último, comunicaba directamente la mina con el exterior, utilizándose para entrada y salida de materiales.

Terminados los trabajos de recuperación y limpieza de galerías, se están realizando en la actualidad distintos trabajos en el interior (iluminación, cerramientos de galerías, salidas de emergencia, etc.) para garantizar la seguridad de la visita al interior de la mina.

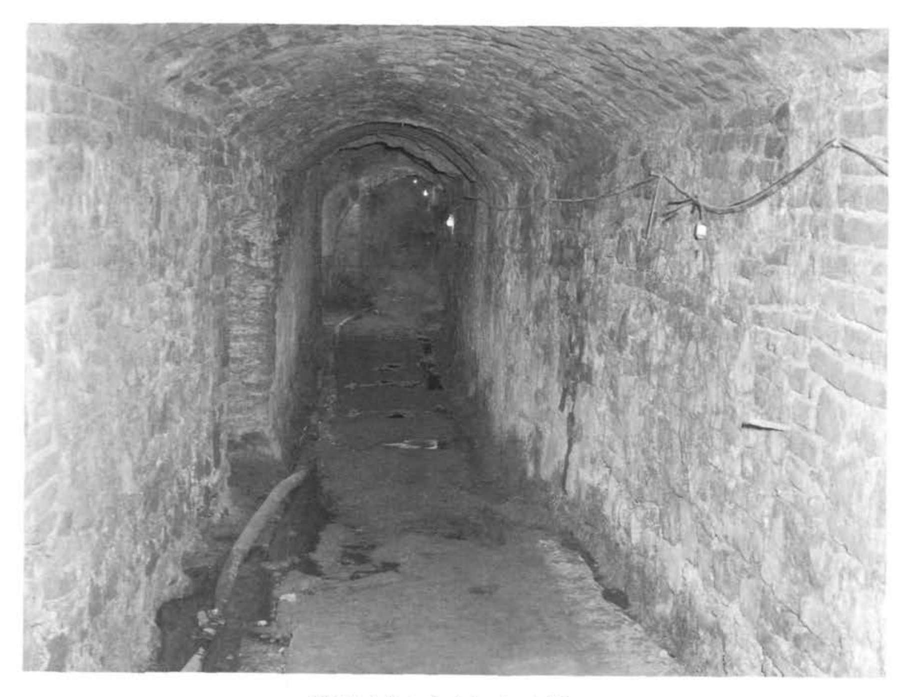


Figura 5. Socavón de la mina del Pozo.

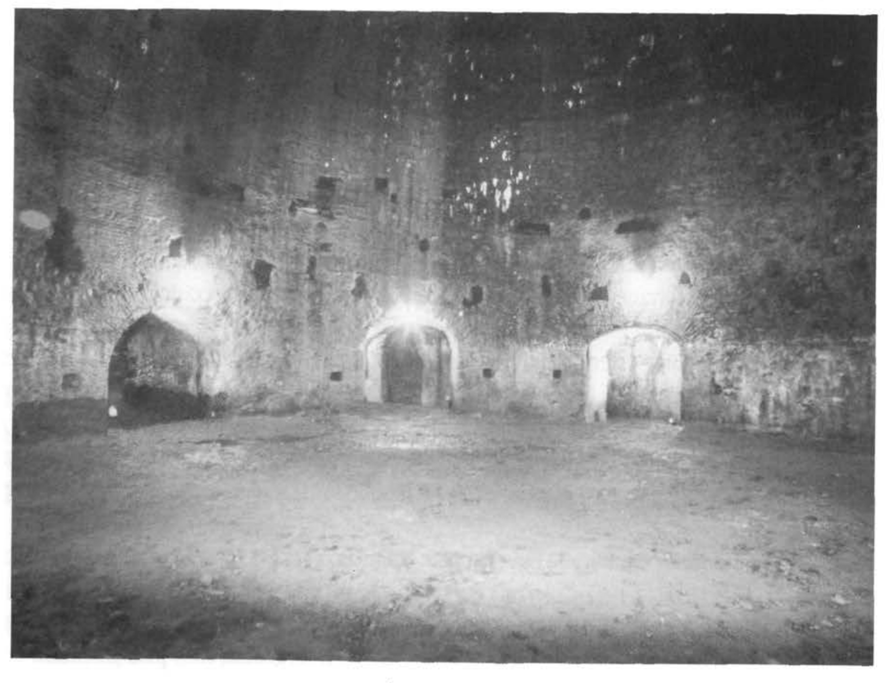


Figura 6. Baritel de San Andrés.



Figura 7. Galería de forzados.

EL CERCO DE SAN TEODORO

Con este nombre se conoce la zona donde se hallan los pozos de la mina, excepto el de San Joaquín, construido en el recinto metalúrgico. Los elementos a destacar son el pozo y la máquina de San Aquilino, la antigua hospedería de las minas, en cuyo sótano se halla un magnífico polvorín excavado en roca viva, al que los mineros llaman "el bovedón de San Teodoro", los talleres y la sala de compresores de 1923, y el pozo de San Teodoro.

El pozo de San Aquilino es probablemente el más antiguo que se conserva, pues ya en una relación de la mina fechada en 1543 se refiere la existencia de un torno vertical, conocido como "La Grúa", de 30 brazas de profundidad. Este pozo fue reprofundizado posteriormente hasta la planta 14 y disponía de una máquina de extracción de vapor. Ésta fue sustituida posteriormente por una máquina eléctrica con bobinas para cable plano de acero, que es la que se conserva en la actualidad.

Los edificios de los talleres y la sala de compresores datan de 1924. Su construcción forma parte del proceso de modernización de las instalaciones mineras iniciado en 1918 a raíz de la creación del Consejo de Administración de la Minas de Almadén. En esa época se pone en marcha la electrificación del Establecimiento minero, la perforación mecánica, la mecanización total del desagüe de la mina y la utilización masiva de la escoria para el relleno de las explotaciones.

El pozo de San Teodoro se construyó a mediados del siglo XVIII para explotar la mina del Castillo que había sido descubierta en 1698 por el superintendente Miguel de Unda. Al azogarse las mulas que trabajaban en el baritel subterráneo de San Andrés, se instaló otro baritel en San Teodoro. En este pozo se instaló en 1795 la primera máquina de vapor que se usó en España para el desagüe de minas. El pozo fue modernizado posteriormente en dos ocasiones: la primera en la época del Consejo, cuando pasó a ser el pozo principal de la mina. Se le dotó entonces de guionaje metálico y máquina de extracción eléctrica. La segunda modificación, realizada en 1962, es la que le confiere

su aspecto actual, con 19 plantas y 500 metros de profundidad. En 1975 deja de ser el pozo principal de la mina y es sustituido en esta función por el de San Joaquín, con 675 metros.

En esta área se van a restaurar los pozos y máquinas de San Aquilino y San Teodoro, y la antigua hospedería. También, se habilitarán diversos espacios museísticos como los antiguos talleres o el Centro de Interpretación de la Minería (éste último en el antiguo edificio de compresores). Las oficinas se reconvertirán en un centro de acogida con sala de proyecciones, tienda, cafetería, aseos, etc.



Figura 8. Hornos de aludeles.

EL CERCO DE BUITRONES

Así es como se conoce en Almadén al cerco de los hornos. En él se podrá observar la evolución metalúrgica, tanto en un espacio museológico propio concebido al efecto, como visitando "in situ" los hornos de aludeles y Pacific. Pero no todos los hornos existentes en el recinto son de mercurio, pues también existen hornos de tejeras para la fabricación de ladrillos destinados a la construcción de los propios hornos y a las labores de sostenimiento de las explotaciones mineras.

En 1633 Lope Saavedra Barba inventó en la mina de mercurio de Huancávelica (Perú) los hornos de "aludeles", que fueron introducidos en Almadén en 1646 por Juan Alonso de Bustamante, por lo que también se llaman hornos Bustamante. En ellos el mineral se colocaba dentro del horno sin necesidad de ser introducido previamente en ollas, sino distribuido en varias capas según tamaños y calidades. Una vez cargado y cerrado el horno, se procedía a quemar el combustible (primero leña y después carbón), lo que producía vapor de mercurio, que pasaba por unos orificios a una camarilla, de la cual salían varias cañerías de barro cocido. Cada cañería estaba formada a su vez por diversos recipientes unidos unos a otros (los aludeles), que tenían un agujero en su parte inferior, de modo que el mercurio primero se condensaba y después salía por los agujeros a una reguera donde se recogía. Antes de proceder a una nueva cochura de mineral, los aludeles se desmontaban para su limpieza, recuperándose el azogue que había quedado retenido en sus paredes. Además se extraían también unos barros, llamados "hollines", amontonados para su tratamiento posterior. Los hornos Bustamante están declarados Bien de Interés Cultural.

Por las puertas del cerco de Buitrones entraban los materiales necesarios (madera, piedra de canteras, etc.) y salía el azogue para Sevilla. Destaca por su prestancia la Puerta de Carlos IV de 1795, protegida como Bien de Interés Cultural y cuya restauración, iniciada en marzo de 2004, está a punto de concluir. También se conserva la antigua Puerta de carros, anterior a la de Carlos IV. Al otro lado de la misma se pueden ver los caminos carreteros y arrieros que conducen hacia Sevilla, cruzando Sierra Morena.

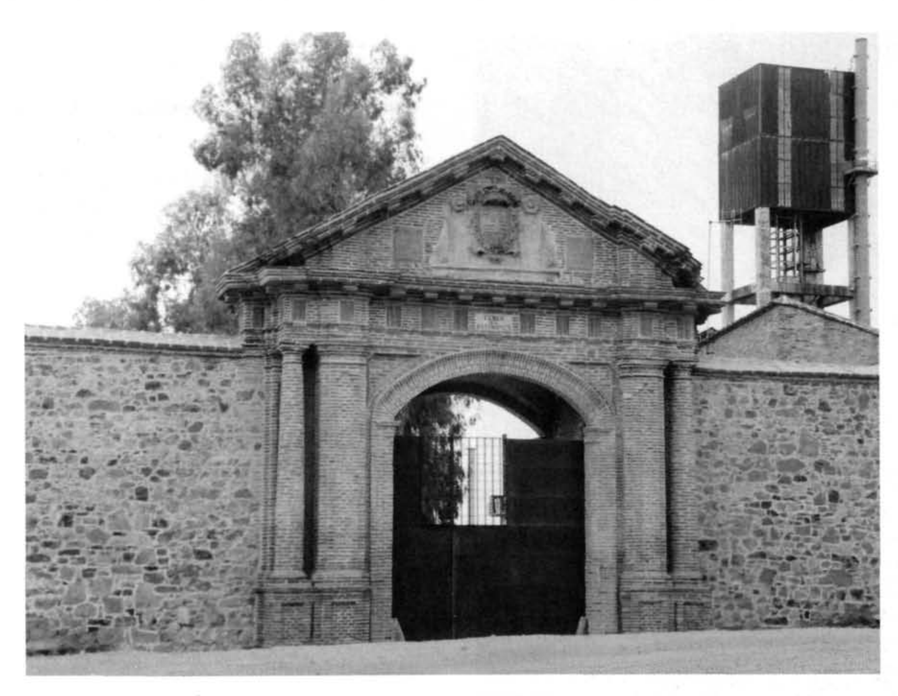


Figura 9. Puerta de Carlos IV.



Figura 10. Almacén de mercurio.



Figura 11. Academia de Minas.

El actual almacén de azogue de 1941 se rehabilitará para albergar el Museo del Mercurio. Los contenidos de este museo se estructuran en seis grandes áreas: Centro de Interpretación de la Metalurgia; Envasado antiguo y moderno del mercurio; Transporte de azogue a la América colonial; Historia de las Minas de Almadén; Geología de Almadén (petrología, minerología y paleontología) y Ciencias del mercurio (propiedades y usos de este metal). Las obras de adecuación de este edificio comenzarán en octubre de 2004.

El proyecto de restauración del patrimonio histórico de las instalaciones mineras y metalúrgicas de Almadén estará concluido a finales de 2005. La inversión total está en torno a los 12 millones de €. La envergadura de este proyecto, debido tanto a la calidad de su patrimonio histórico-minero como a la fuerte inversión a realizar, convertirán sin duda a Almadén en uno de los Parques Mineros más importantes del mundo.



Figura 12. Baritel de San Carlos.

El patrimonio minero de Catalunya y su restauración

J.M. Mata Perelló
Departament d´Enginyeria Minera i Recursos Naturals de la Universitat Politècnica de Catalunya.
Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM).
mata@emrn.upc.es

RESUMEN

En este trabajo que ahora presentamos, queremos exponer unas pinceladas acerca de los trabajos que actualmente se están realizando en distintos lugares de Catalunya, promocionados por diferentes instituciones, en pro de la conservación de su patrimonio minero (y en muchas ocasiones de su patrimonio geológico y minero).

A lo largo de las fases realizadas hasta este momento, se han inventariado más de 7.000 antiguas explotaciones mineras, de muy distinta índole: unas de carácter subterráneo y otras realizadas a cielo abierto; unas de carácter metálico y otras dedicadas a la extracción de rocas industriales. Ciertamente, este potencial minero no ha desaparecido del todo, y en la actualidad Catalunya sigue siendo una potencia minera, con más de 600 empresas dedicadas a las labores mineras, especialmente en el área de las rocas industriales.

Palabras clave: Cataluña, Metalurgia, Minería.

ABSTRACT

In this piece of work that we present now, we would like to expound some short explanations about the labour that is being done nowadays in different places in Catalonia, which is promoted by distinct institutions in favour of the conservation of its mining heritage (and most of the times, in favour of its geological-mining heritage).

Along the phases which have been already done until now, more than 7.000 ancient mining exploitations, of very different kinds, have been inventoried. Some of them are subterranean, others are open-cast; some of them have a metallic nature, and others are dedicated to the extraction of industrial rocks. Certainly, this mining potential hasn't totally disappeared, and nowadays, Catalonia is still a mining power, with more than 600 companies dedicated to mining labour, especially in the field of industrial rocks.

Key words: *Catalonia, Metallurgy, Mining.*

INTRODUCCIÓN

Los territorios situados en el NE de la Península Ibérica (Andorra, Aragón y Catalunya), han gozado de una considerable importancia minera a lo largo de las distintas épocas históricas, a menudo insuficientemente conocida. Al respecto de este dato acabado de mencionar, solo cabe considerar que en Catalunya se halla ubicada la mina más antigua de Europa, concretamente en la localidad barcelonesa de Gavà. Esta antigua explotación de variscita, actualmente convertida en un Museo Minero, tiene una antigüedad de cerca de 5.000 años.

Sin embargo, en algunos aspectos la minería se halla en franca decadencia, al menos por lo que respecta a la minería metálica. Así, en los últimos años, una tras otra han ido cerrando las minas otrora importantes, al tiempo que ha crecido la importancia de la minería no metálica, que se halla en una etapa relativamente floreciente. Esto es lo

que ocurre con la de la potasa (con importantes explotaciones en la comarca del Bages, en el centro de Catalunya), o la del caolín (con importantes explotaciones en Aragón y en Valencia), la de las rocas industriales, entre muchos otros ejemplos.Todo estas actividades mineras han provocado que haya un considerable patrimonio minero en toda el área geográfica anteriormente mencionada, especialmente en Catalunya. En este territorio, en donde aún ahora hay cerca de 600 empresas mineras (dedicadas fundamentalmente a la extracción de rocas industriales), existe una importante tradición minera, como por ejemplo en la extracción de minerales de hierro (de ese territorio surgió el método directo de extracción del hierro denominado *farga catalana*, que se extendió por todo el mundo durante los siglos XVI-XVIII), plomo-cinc, cobre, bario.

Sin embargo, como consecuencia de las actividades mineras se ha producido, en la mayoría de las ocasiones, una fuerte degradación del Medio Natural, muy a menudo sin posibilidad de corrección. Aunque a veces, paradójicamente estos espacios degradados por las antiguas actividades mineras, se han convertido con el tiempo en zonas privilegiadas precisamente por ello, como sucede con las labores mineras romanas realizadas en el paraje de las Médulas (en la comarca del Bierzo, dentro de la provincia de León) o en el Puerto del Palo (Asturias).

Muy a menudo, estas explotaciones mineras se hallan situadas junto a lugares importantes de nuestro *patrimonio geológico*. Al respecto, no hay que olvidar que normalmente las explotaciones mineras se sitúan sobre anomalías geológicas, que ya de por sí constituyen parte de ese patrimonio de procesos geológicos. Por otra parte, tampoco hay que olvidar que como consecuencia de las explotaciones mineras, ese patrimonio puede perderse, especialmente como resultado de la degradación ambiental.

Como consecuencia de estas actividades mineras, se ha originado la creación de un importante patrimonio minero (galerías, cortas, pozos, fábricas, lavaderos, maquinaría diversa, ferrocarriles, funiculares,... e incluso las propias escombreras). Sin embargo, este patrimonio se va degradando día a día, perdiéndose poco a poco. Y de la misma forma que en su momento se degradó el Medio Natural al producirse las explotaciones mineras, ahora lo hace el patrimonio minero generado, al tiempo que se sigue degradando todo el entorno. Una alternativa a esta degradación, que en algunos casos puede ser viable y positiva, puede consistir en la creación de los *Parques Mineros* (o de los *Parques Geológicos y Mineros*), y también de los *Museos Mineros.* Ello permitiría conservar este patrimonio y frenar en lo posible la actual degradación del Medio Natural. Es siendo una de las finalidades de estos parques y museos mineros la didáctica de las ciencias y de las técnicas de la Tierra, puede mostrarse en ellos un ejemplo real de la acción de la minería sobre el entorno.

Sin embargo, es preventorio el conocimiento real del patrimonio geológico, para establecer prioridades en su conservación. En Catalunya, recientemente desde la *Direcció General d´Energia, Mines i Seguretat Industrial de la Generalitat de Catalunya*, se ha ido tomando conciencia de la necesidad de conocer este gran patrimonio minero disperso por todo el país. A raíz de ello, en colaboración con departamentos de geología y de minería de distintas universidades se han venido realizando tareas de inventariado de este patrimonio. Estas labores en este momento se hallan en una fase muy avanzada, habiéndose cubierto muchas de las comarcas que constituyen Catalunya.

Por otra parte, durante la última década y ante la ausencia de este trabajo previo, debido al esfuerzo diferentes iniciativas, se han ido creando varios museos mineros en distintas áreas (antaño importantes en el ejercicio de la minería). Así, han surgido los museos de Gavà (el más antiguo, que antes ya hemos mencionado), Cardona, Cercs y recientemente el de Bellmunt del Priorat. Al mismo tiempo, y como fruto de los trabajos antes mencionados del gobierno de Catalunya y de las Universidades, en estos momentos se trabaja activamente para abrir otros museos (o quizás *Parques Mineros* o *Parques Geológicos y Mineros*) en fechas más o menos cercanas. Todo ello ha motivado el surgimiento de una concienciación popular en torno a la conservación del patrimonio minero (y también del geológico) en diversos lugares de Catalunya.

Algunos de los trabajos recientemente realizados son:

1) Inventario comarcal de antiguas explotaciones mineras.
2) Confección de itinerarios comarcales geológico-mineros.
3) Trabajos de consolidación de antiguas explotaciones mineras, de cara a su viabilidad turística.
4) Propuesta de creación de parques mineros (y de parque geológico-mineros).
5) Propuesta de creación de nuevos museos mineros.
6) Establecimiento de una red de parques mineros, parques geológico-mineros y museos de Catalunya.

INVENTARIO COMARCAL DE ANTIGUAS EXPLOTACIONES MINERAS

Esta es la primera fase que se ha venido realizando durante los tres últimos años en las comarcas meridionales de Catalunya (en las situadas en España). Hasta el momento se ha barrido prácticamente el 60% del territorio, tanto en una fase previa dedicada al estudio de los recursos, como en la definitiva dedicada a la descripción de las antiguas explotaciones mineras.

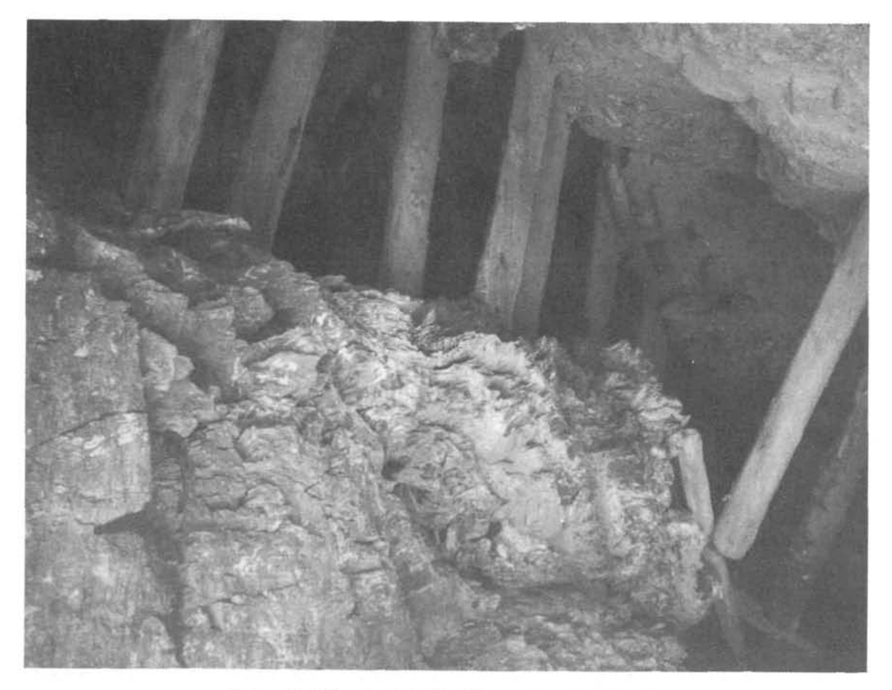
Para llevar a término este trabajo se ha establecido una ficha descriptiva, para ir indicando las distintas características de las explotaciones (y también de los recursos mineros, ya que uno de los objetivos ha sido el de establecer áreas de reservas, para posibles nuevas explotaciones). Hasta este momento, se ha llegado al conocimiento de la existencia de mas de 7.000 explotaciones mineras, la inmensa mayoría de ellas abandonadas, en el territorio reconocido hasta ahora. Al respecto de esta cifra, es muy posible que una vez terminada esta fase se llegue al conocimiento de más de 10.000 explotaciones. Estas son de muy distinta índole, ya que el estudio abarca todo tipo de explotaciones (minas interiores, graveras, terreras, etc). De ahí la razón de tan elevada cifra. Sin embargo ha sido necesario llegar al conocimiento de ello, con la finalidad de proceder a su catalogación.

CONFECCIÓN DE ITINERARIOS COMARCALES GEOLÓGICO MINEROS

Tras la realización de los inventarios y simultáneamente con ellos, en algunas comarcas se ha procedido a la confección de *itinerarios geológico-mineros*. El objetivo de ellos es el de proceder al establecimiento de rutas didácticas, que se dirijan de unos lugares a otros, estudiando las principales características geológicas y mineras, en áreas propicias para ello. En estos momentos se han realizado itinerarios en 3 de las 41 comarcas que constituyen el territorio catalán, concretamente en las del Berguedà, Priorat y Ripollès, tres comarcas de tradición minera bien solventada. Por otra parte, se ha visto interrumpido el trabajo de realización de los inventarios de otras comarcas.

TRABAJOS DE CONSOLIDACIÓN DE ANTIGUAS EXPLOTACIONES MINERAS, DE CARA A SU VIABILIDAD TURÍSTICA

Tras la realización de la primera fase, en algunas de las comarcas de Catalunya, se han seleccionando diversos lugares en donde podría procederse a la realización de tareas de consolidación de viejas explotaciones mineras, con la finalidad de poder utilizadas como recursos turísticos (o mejor dicho, como recursos científico-turísticos). A tal efecto, se ha venido trabajando en diversos lugares de Catalunya para consolidar este patrimonio. Estos trabajos han tenido dos fases: una previa, estudiando los lugares, en estrecha colaboración entre geólogos y mineros. Y otra de ejecución de obras, que se han efectuado en estrecha colaboración entre la *Direcció General d´Energia, Minesi Seguretat Industrial de la Generalitat de Catalunya* con otras instituciones políticas.



Fotografía 1. Interior de la *Mina Victoria* (Arres, Val d´Aran).



Fotografía 2. Detalle de las *Salinas de Cambrils* (Solsonès).

Por lo que concierne a la primera, hasta el momento se han efectuado estudios en la *Cuenca Lignitífera de Almatret* (Segrià), *Mina Eureka* (Plana de Mont-rós, Pallars Jussà), *Mina Solita* (Peramea, Pallars Sobirà), *Minas de Liat* (Val d´Aran), *Mina de la Solana de les Neres* (Farrera, Pallars Sobria), entre otras y además de las siguientes. Por otra parte, se han efectuado trabajos de consolidación en la *Mina Canta* (de la Vajol, en donde probablemente se ubique el *Museu de la Mineria i de l´Exíli*, teniendo en cuenta que tras la Guerra Civil, por ahí escapó mucha gente hacía el exílio político), en la *Mina Victoria* (situada en el Val d´Aran), en las *Salinas de Cambrils* (en el pueblo de igual nombre, del Solsonès).

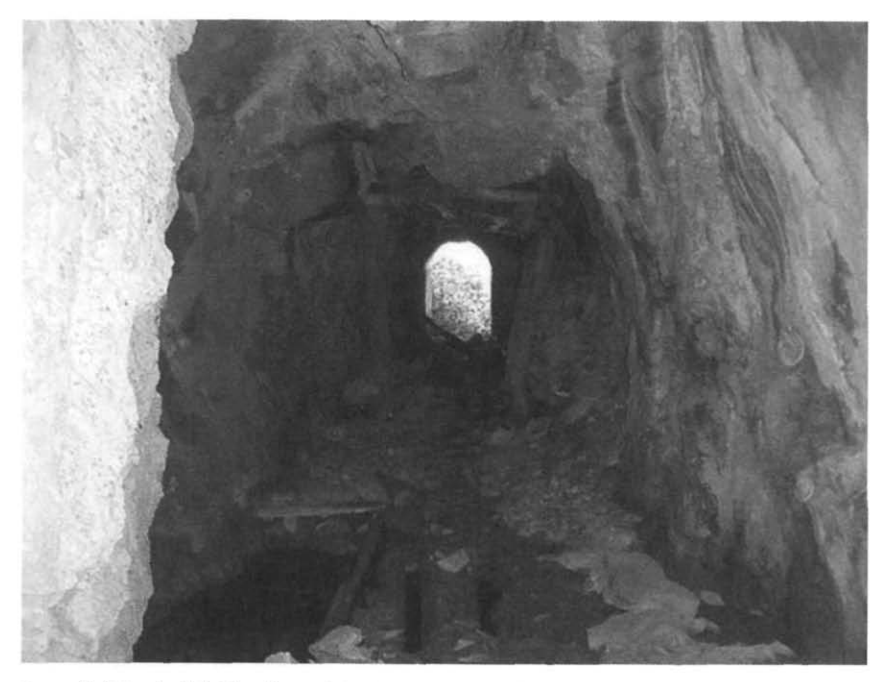


Fotografía 3. *Salinas de Gerri de la Sal* (Pallars Jussà), antes de la riada de 1982. *Parc Geològic i Miner dels dos Pallars.*

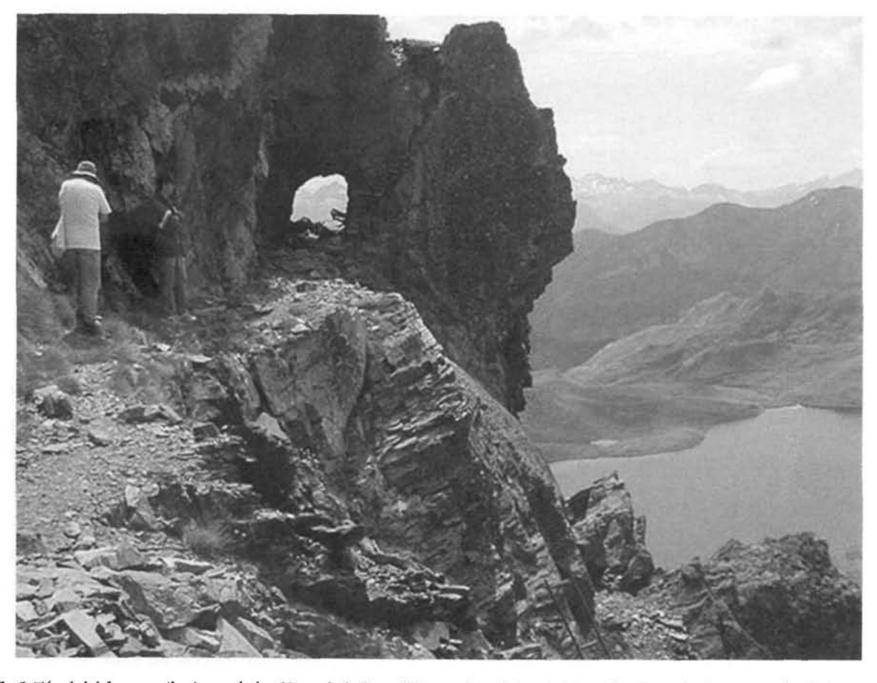
PROPUESTA DE CREACIÓN DE PARQUES MINEROS (Y DE PARQUES GEOLÓGICO-MINEROS)

Como propuesta del equipo del *Museu de Geología de la Universitat Politécnica de Catalunya*, surgió la de realizar una serie de *Parques Mineros* (y de *Parques Geológico-Mineros*) en distintos lugares de Catalunya. La diferencia entre ellos es muy sencilla, en los primeros solamente se tocaría el tema minero, y en los segundos el tema geológico y minero, siendo consecuentemente mucho más completos.

Las características serían muy parecidas a los de los *Parques Geológicos* que existen en distintos lugares de Aragón (aunque no en Catalunya). Se trataría de unas áreas debida mente señalizadas, por donde podrían realizarse itinerarios. Dentro de cada área se seleccionarían diversos puntos, unos de carácter minero (*Puntos de Interés Minero*) y otros de carácter geológico (*Puntos de Interés Geológico*). Se trataría de áreas, más o menos protegidas, situadas en antiguas cuencas mineras y sobre parajes geológicos representativos. Así, en estas zonas, seria conveniente proteger al máximo el *patrimonio minero*; es decir las antiguas explotaciones mineras, ya sean subterrá-



Fotografía 4. Interior de la *Mina d´aram de la Torre de Cabdella* (Pallars Jussà) *Parc Geològic i Miner dels dos Pallars.*



Fotografía 5. Túnel del ferrocarril minero de las *Mina deth Port d´Urets* sobre el *Lac de Montoliu* (*Parc Geologic e Minèr deth Naut Unhòla*).

neas o a "cielo abierto". Y también las fábricas mineras e incluso, cuando sea necesario las escombreras. Así, estas áreas, protegidas convenientemente, y rehabilitadas cuando haya sido necesario, podrán convertirse en atractivos turísticos capaces de generar trabajo, modificando en parte la clara tendencia a la degradación social que se hubiere generado al cerrar las antiguas explotaciones mineras. Hasta este momento se han efectuado diversos estudios de este tipo, todos ellos de carácter interno de la propia universidad. Entre ellos podría hablarse del *Parc Geològic i Miner dels dos Pallars* (MATA-PERELLÓ, 2001a, a caballo del Pallars Jussà y del Pallars Sobria, con cuatro minas en su interior, y con cinco puntos de carácter geológico), el *Parc Miner del Baix Segre-Baix Cinca-Baix Matarranya* (en la cuenca lignítífera de la Granja d´Escarp y Mequinenza, con 10 minas en su interior) y el *Parc Geologic e Minèr deth Naut Unbòla* (MATA-PERELLÓ *et alii*, 2001b, ubicado en la comarca del Val d´Aran, con tres zonas mineras en su interior, y con cinco zonas de carácter geológico).

PROPUESTA DE CREACIÓN DE NUEVOS MUSEOS MINEROS

Conjuntamente con la fase anterior, cabe considerar la propuesta de creación de nuevos *Museos Mineros* en Catalunya, que se vayan a unir a los cuatro actualmente existentes en este territorio. En la actualidad ya existen los siguientes: *Complex Miner de Can Tintorer, Museu de Sant Corneli, Museu de Cardona* i *Museu Miner de Bellmunt del Priorat*. Entre los de posible creación, cabria considerar los siguientes: *Mina Victoria (Bocard de Bóssost e Bocard de Pontaut)* y el *Museu de la Mineria del Talc i de l´Exili*, entre otros. A continuación los veremos brevemente:

a) *Complex Miner de Can Tintorer.*

Se encuentra situado en Gavà (Baix Llobregat) y es el más antiguo de los museos mineros de Catalunya, pues ya tiene cerca de quince años de vida. Se sitúa sobre unas explotaciones mineras de más de 6.000 años de antigüedad. Estas se dedicaron a la extracción de fosfatos como la variscita (utilizada como mineral ornamental). Asimismo, también se ha explotado la turquesa. Las explotaciones son muy laberínticas, con multitud de galerías en todas direcciones, la mayoría de ellas situadas bajo la actual población de Gavà. Precisamente, fueron redescubiertos al construir los cimientos de unas edificaciones. La titularidad de este museo es municipal, del Ayuntamiento de Gavà. Es uno de los socios fundadores de la SEDPGYM.

b) *Museu de Sant Corneli.*

Se encuentra situado en Cercs (Berguedà) y cuenta con unos dos años de antigüedad. Como el anterior, también es municipal, aunque se halla vinculado al *Museu Nacional de la Ciencia i de la Técnica de Catalunya*. En este caso se relaciona con unas antiguas explotaciones de lignitos del tránsito del Cretácico al Paleoceno, del Garumniense. En este caso hay bastantes antiguas explotaciones de lignito realizadas a cielo abierto y en minería subterránea. Para la visita del museo se ha habilitado una galería del poblado minero de Sant Corneli. Al igual que el anterior, es uno de los socios fundadores de la SEDPGYM. Ahora es también Socio de Honor.

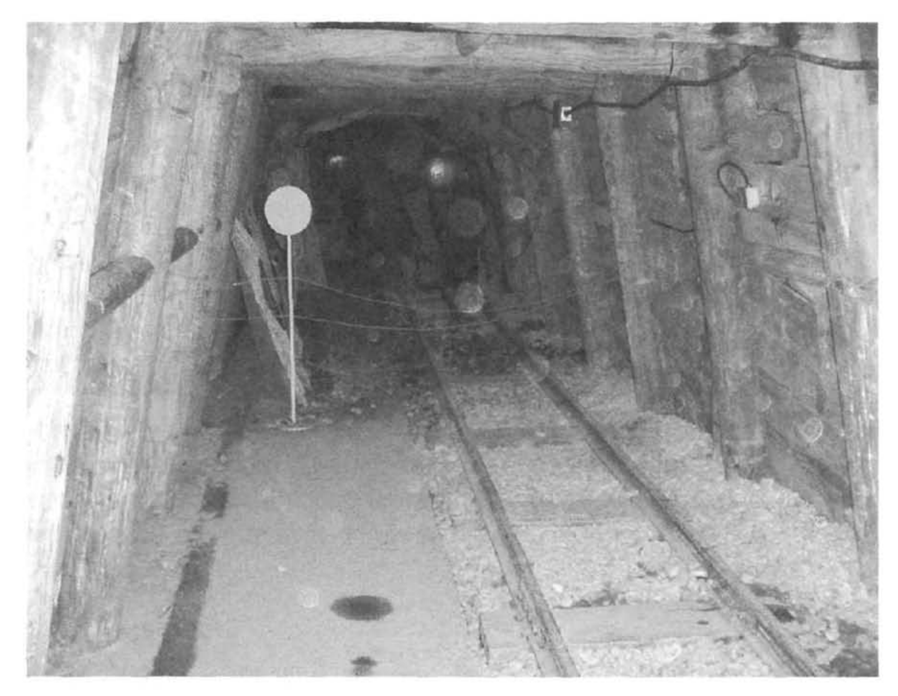
c) *Museu de Cardona.*

Se sitúa en la población ducal de Cardona (Bages), siendo de propiedad municipal, como los anteriores. El museo se relaciona con las antiguas explotaciones de potasa (silvinita), relacionadas con los materiales terciarios del Eoceno, pertenecientes a la *Formación Cardona.* Para la visita, además de las antiguas instalaciones de la superficie, se ha abierto una galería situada en la base de la *Muntanya de la Sal de Cardona*, un importante punto de nuestro patrimonio geológico. El titular de este museo, al igual que los dos anteriores, también es socio fundador de la SEDPGYM.

d) *Museu Miner de Bellmunt del Priorat.*

Este museo es el más joven de los actualmente existentes en Cataluña, situándose en Bellmunt del Priorat

(Priorat). Al igual que los anteriores es de propiedad municipal, hallándose vinculado al *Museu Nacional de la Ciencia i de la Técnica*. Este museo (localizado en la *Mina Eugenia*), se sitúa sobre una zona minera de gran importancia durante el pasado siglo. Se trata de antiguas explotaciones de Pb-Zn, de carácter filoniano. En la actualidad puede visitarse el primer nivel (*primera*) de la mencionada *Mina Eugenia*, aunque esta prevista también la visita al primer nivel de la *Mina Règia*, muy cercana a la anterior. El titular de este museo (el Ajuntament de Bellmunt del Priorat), es Socio de Honor de la SEDPGYM.



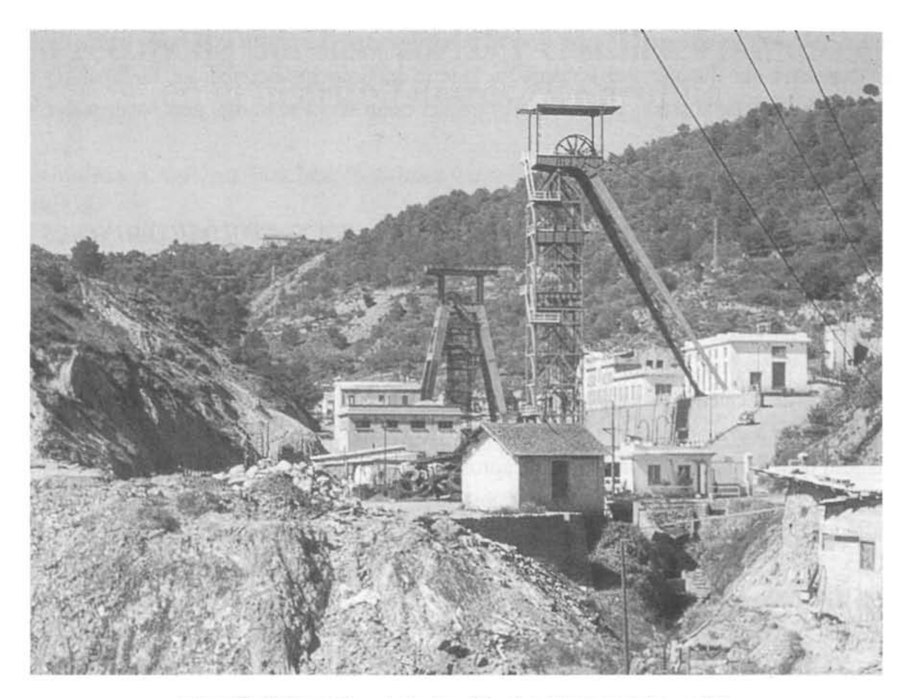
Fotografía 6. Interior de la *Mina de Sant Corneli* (*Museu Miner de Cercs*, Berguedà).

e) *Mina Victoria, Bocard de Bóssost e Bocard de Pontaut.*

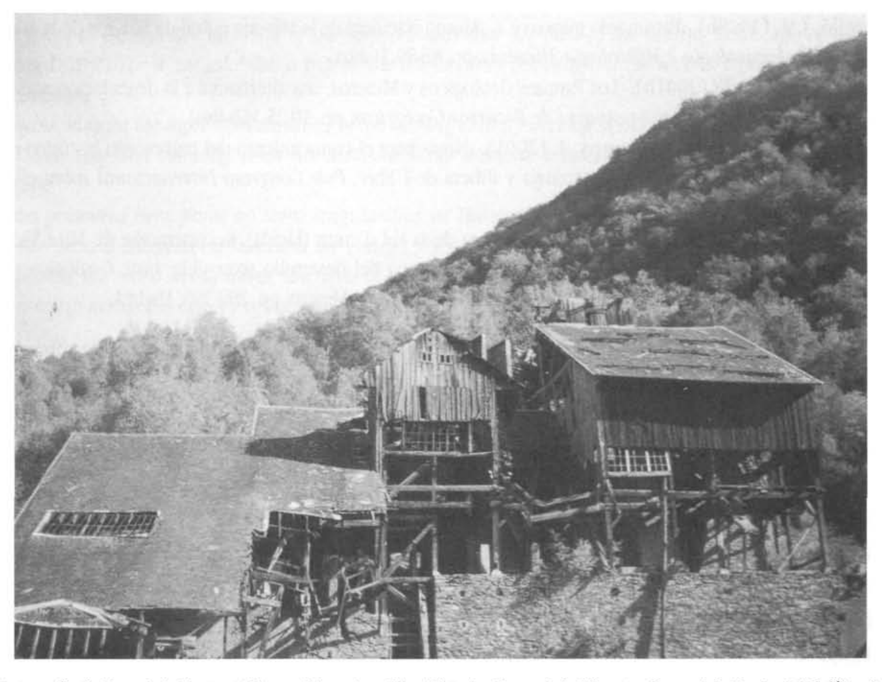
Esta zona se encuentra situada en los término municipales de Arres (Mina Victoria), Bóssost (*brocard de la Mina Victoria*) y Canejan (*brocard de Pontaut*), los cuales se hallan situados en el Val d´Aran. En este caso, se relacionan con unas antiguas explotaciones de Pb-Zn, de carácter estratiforme. Estas mineralizaciones se hallan distribuidas por distintos lugares del Val d´Aran, en donde gozaron de una gran importancia durante el pasado siglo. Las explotaciones de la *Mina Victoria* son de carácter subterráneo, y en la actualidad se está adecuando una galería para poder ser visitada. Por lo que concierne a los lavaderos, el más interesante es el de Pontaut, a donde llegaba el mineral de las *Minas de Liat*, mediante un teleférico de varios kilómetros. El *Conselh Generau dera Val d´Aran* es el promotor de este museo, y es uno de los socios de la SEDPGYM.

f) *Museu de la Mineria del Talc i de l´Exili.*

Este se encuentra situado en el municipio fronterizo de la Vajol (en la comarca del Alt Empordà). En este caso, las antiguas minas de talco se hallan situadas sobre unas mineralizaciones de talco, asociadas a fenómenos de metasomatismo. La singularidad de este museo, consiste en que albergará el denominado *Museu de l´Exili*.



Fotografía 7. *Museu Miner de Cardona* (Bages). Instalaciones de la superficie.



Fotografía 8. *Bocard de Pontaut* (*Museu Miner dera Mina Victoria, Brocard de Bóssost e Brocard de Pontaut,* Val d´Aran).

Ello obedece a que miles de españoles pasaron a Francia por este lugar, para ir al exilio tras la Guerra Civil de España. Y también a que durante unas semanas fue la sede del Gobierno Republicano de España (y de los autónomos de Catalunya y de Euskadi), antes de partir para el exilio Ahora se trabaja para hacer poder hacer visitable este Museo.

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE PARQUES MINEROS, PARQUES GEOLÓGICO-MINEROS Y MUSEOS MINEROS DE CATALUNYA

A nuestro entender, creemos que debería articularse sobre la base de una red territorial situada en torno a los *Museos Mineros*, a los *Parques Mineros* y a los *Parques Geológicos y Mineros* dentro de un área concreta, en este caso de Catalunya. Evidentemente, creemos que no debería haber un centro único, sino un conjunto de lugares establecidos en función del *patrimonio minero* y del *patrimonio geológico*. Estos lugares deberían ser próximos entre sí, con la finalidad de tejer itinerarios didácticos de aproximación de unos a otros. Esta red podría ser lo más abierta y descentralizadada posible, cada núcleo con su propia titularidad, pero estableciéndose una coordinación lo más efectiva posible, con la finalidad de aprovechar los recursos de una forma racional.

BIBLIOGRAFÍA

- **Lago, M. *et alii* (2001).**- Patrimonio geológico: bases para su estudio y metodología. *Pub. Del Consejo Protec. de la Naturaleza de Aragón.* 107 Pág. Zaragoza.
- **Mata-Perelló, J.M. (1998a).**- Los balnearios dentro del futuro Museo Nacional de la Minería de Catalunya. *Actas del Primer Simposio Ibérico sobre Geología y Termalismo de Arenys de Mar*, pp. 21-35, Manresa.
- **Mata-Perelló, J.M. (1998b).**- Patrimonio minero y ... ¿Museo Nacional de la Minería o Red de Museos de la Minería?. *Actas do Seminario de Arqueología e Museologia Mineiras*, pp. 86-89, Lisboa.
- **Mata-Perelló, J.M. *et alii* (2001b).**- Los Parques Geológicos y Mineros: una alternativa a la degradación ambiental de las antiguas áreas mineras. *Public. Do Seminario de Recursos Geológicos,* pp. 10-25, Vila-Real.
- **Mata-Perelló, J.M., Llurba, C. y Espuny, J. (2001).**- Notas para el conocimiento del patrimonio histórico-minero de la zona del Baix Cinca, Baix Segre, Baix Matarranya y Ribera de l´Ebre, *Pub. Congreso Internacional sobre el Patrimonio Geológico y Minero*. Beja.
- **Pujals, I. y Gavaldà, J. (2000).**- El patrimonio minero de la Val d´Aran (Lleida). Recuperación de Mina Victoria. Temas Geológico-Mineros. Patrimonio Geológico y Minero en el marco del desarrollo sostenible. Insti. Geológico y Minero de España-Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, pp. 289-296, Madrid.

Un recorrido por las cabrias y castilletes mineros, en el distrito Linares-La Carolina

J. Dueñas Molina, A.A. Pérez Sánchez, M. Gómez González, F. Contreras Cortés y D. Campos López
jduenas@ujaen.es

RESUMEN

El presente trabajo pretende mostrar la diversidad de restos patrimoniales que forman parte del peculiar paisaje minero del distrito Linares-La Carolina. Para ello establecemos un recorrido por el territorio mostrando las diferentes tipologías de cabrias y castilletes mineros. Estos restos, quizás sean los más representativos de la actividad minera desarrollada en la comarca, principalmente, durante los siglos XIX y XX. Dado su tamaño y su considerable visibilidad hacen de ellos un interesante atractivo, para quien se adentre a contemplar el paisaje minero.

La muestra que se nos ofrece, dispone de algunas singularidades, tales como el Castillete de la Mina Antoñita, Pozo San Cayetano, que fue fabricado por los ingenieros "Sara y Burgess" en la fundición Pernyn de la región inglesa de Cornwall. Posiblemente el único existente y en pie realizado por esta fundición.

Desaparecidos los antiguos castilletes de madera, la región se reviste de extraordinarias muestras de cabrias elaboradas en mampostería. Un paseo por estos restos, es también un recorrido por la historia de la comarca y en particular de cada una de las minas que la componen.

Palabras clave: cabrias, castilletes, historia minera, paisaje minero.

ABSTRACT

This work want to explain the diversity of heritage remains that are part of the mining landscape of the Linares-La Carolina mining District. For it, we establish a trip across the territory pointing out the several typologies of mining headframes and headgears.

These remains, may be the most representative of the mining activity developed in the area, mainly during the 19th and 20th centuries. Their size and visibility from the distance make them an interesting attractive for anyone who visit the mining landscape.

The samples presented here, point up some singularities, as The Antoñita Mine Headgear in San Cayetano Shaft, that was made by the "Sara & Burgess" engineers in the Penryn Foundry of Cornwall. Probably the only existing made by this foundry. Desapeared the wood headframes, the area is covered of excelents stone headgears samples. A trip across these remains is also a trip across the history of the region and the mines placed there.

Key words: *headframe, headgear, mining history, mining landscape.*

INTRODUCCIÓN

El Distrito minero Linares-La Carolina, se encuentra situado a la entrada de Andalucía. Una vez sobrepasada la barrera geográfica del desfiladero de Despeñaperros, la fisonomía del paisaje se inunda de elementos arquitectónicos de índole minera: chimeneas, castilletes, escombreras, formando la singularidad de esta tierra minera.

Conocidas sus riquezas, desde la más remota antigüedad, por este Distrito pasaron distintos pueblos a lo largo de la historia, con la imperiosa necesidad del aprovechamiento de los recursos mineros de la comarca: Plata, plomo y cobre, como elementos principales del beneficio de las minas. Estas explotaciones dieron lugar a la

configuración de innumerables áreas de trabajo minero, concentraciones de población, fundiciones, vías de comunicación, ferrocarriles, tranvías, etc. Aquellas minas de antaño motivaron los ejes del futuro desarrollo de lo que hoy conocemos como comarca norte de la provincia de Jaén, y en particular la zona minera del Distrito Linares-La Carolina (Fig. 1).

EL PATRIMONIO MINERO

La singularidad del patrimonio minero del Distrito, es sobradamente conocida dentro y fuera de nuestras fronteras, la diversificación de restos mineros patrimoniales por todo el Distrito, con un gran valor histórico, cultural y tecnológico, han motivado el continuo interés de investigadores de otras latitudes, que no han dudado en calificar, a la concentración de vestigios de tipología cornish, como una de las más interesantes y representativas de Europa (Fig. 2).

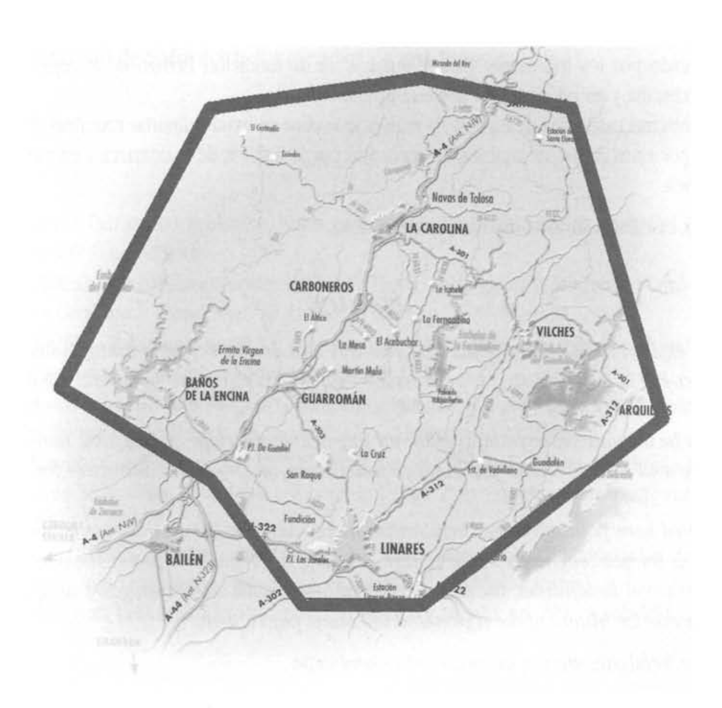


Figura 1. Área de afección del distrito minero Linares-La Carolina.

El Colectivo Proyecto Arrayanes, en el año 1999, solicitó a la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, la incoación de expediente B.I.C. de los restos patrimoniales minero-industriales del Distrito Minero Linares-La Carolina. Ante esta iniciativa la Consejería da respuesta, encargando la realización de una Catalogación de tipo Genérica Colectiva, siendo asignado este cometido al Proyecto Arrayanes, y en la que se incluyeron en una primera fase 65 restos, que fueron publicados en BOJA de 14 de enero de 2004. En la actualidad se encuentra en proceso de publicación, la segunda fase de la catalogación con la inclusión de 69 nuevos registros (Fig. 3).


LIVING

Cornwall

INSIDE

WESTERN MORNING NEWS • TUESDAY MAY 11 1999

'Europe's best kept secret'

Figura 2. Living Cornwall de 11 de mayo de 1999.

CABRIAS Y CASTILLETES

Se definen como cabrias mineras y castilletes (Fig. 4 y 5) a los soportes dispuestos en la boca del pozo, cuya finalidad es la de albergar las poleas, por las que son canalizados los cables encargados de sustentar las jaulas que se desplazan a lo largo del pozo minero, como única conexión del interior con el exterior.

En la comarca se han construido con diferentes materiales: mampostería, metálicas y de madera. Las dos primeras han llegado a formar parte del patrimonio minero, habiendo sido catalogadas 17 (entre otras) de las realizadas en mampostería y 15 metálicas, las de madera, muy abundantes en el distrito, han desaparecido en su totalidad.

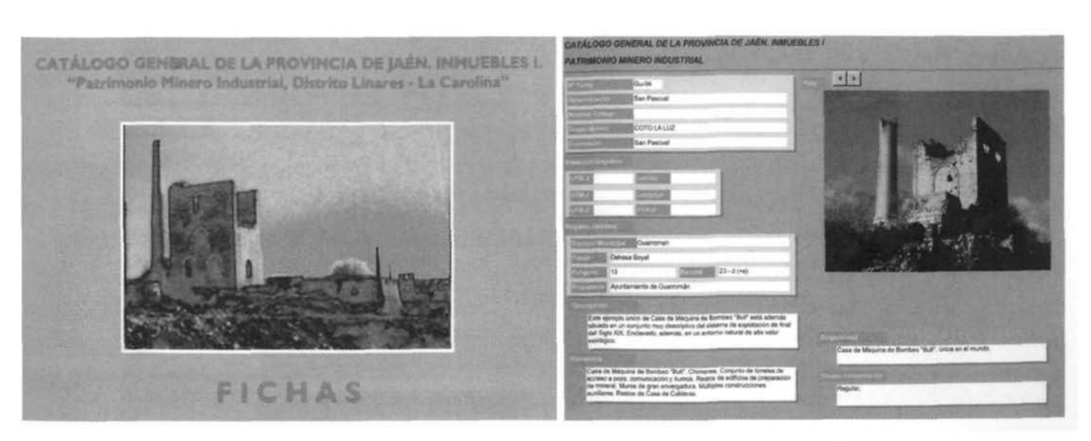


Figura 3. Portada y una de las fichas de la catalogación del patrimonio minero-industrial del distrito.

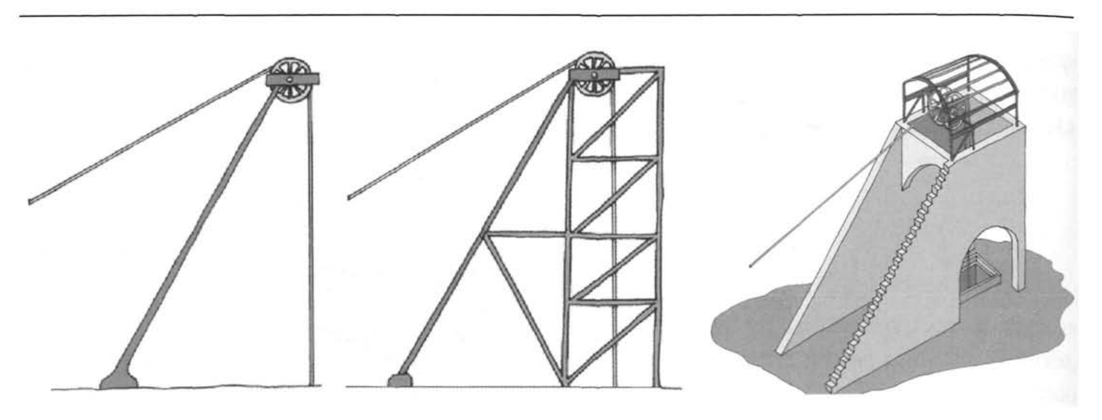


Figura 4 (izqda.). Cabria y casatillete metálico. **Figura 5 (dcha.).** Cabria de mampostería.

CABRIAS DE MAMPOSTERÍA

Pueden considerarse una singularidad de este Distrito Minero, destacando además su robustez y elevada altura. Como materiales de fábrica, se ha empleado en la mayoría de las veces bloques de arenisca del Trías, muy abundante en la comarca de Linares. Este tipo de construcciones mineras tienen su mayor representatividad en las proximidades de la ciudad linarense.

En la parte alta de la edificación, se instalaba un pequeño castillete metálico (Fig. 6), donde eran alojados distintos elementos mecánicos, esenciales para la transmisión de las jaulas que circulaban a través del pozo, es decir:



Figura 6. Cabria del pozo Chaves. Linares.

eje de poleas, cojinetes, juego de poleas con acanaladura plana o cilíndrica y sombrerete de protección de estos elementos. El acceso a la zona de cabecera, para efectuar las tareas de revisión y engrase, se realiza a través de escalones rebajados en uno de los muros contrafuertes de la edificación.

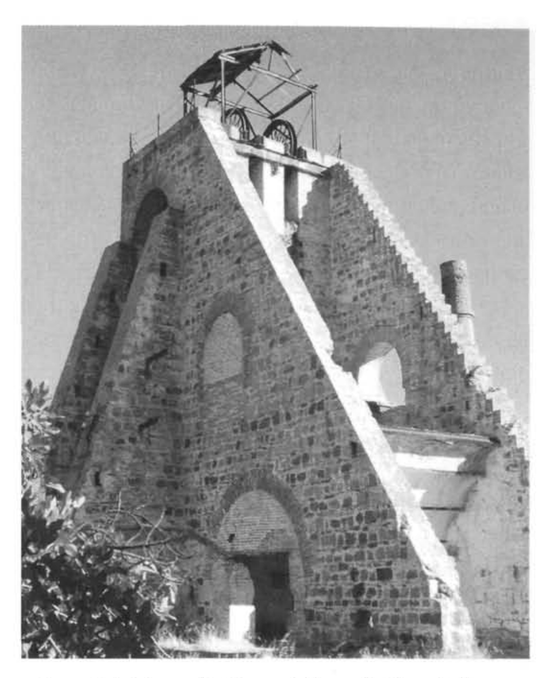


Figura 7. Cabria pozo San Vicente, de Compañía Minera de Linares.

CABRIAS Y CASTILLETES METÁLICOS

Desde un punto de vista patrimonial han sido estos elementos, esenciales para la extracción de mineral, los más desprotegidos a lo largo de la historia minera de la comarca, pues muchas de estas instalaciones eran trasladadas de unas minas a otras, con la finalidad de ser reutilizadas, cuando las existentes quedaban pequeñas por el aumento de profundidad de las explotaciones.

Con el cierre de las minas, muy secuenciado a su vez, se fueron eliminando todo tipo de instalaciones, incluidas las cabrias y castilletes. En otros casos ha sido la codicia de lo ajeno el que ha motivado la desaparición de estos bellísimos ejemplos del buen hacer de la ingeniería mecánica.

Construidos con perfiles laminados tipos "L", "U" y ensamblados por medio de roblones, se configuran formando celosías que a su vez son arriostradas (Fig. 8). En la parte más alta se encuentra una plataforma, donde son acoplados: eje de poleas, cojinetes y poleas. El acceso, como en el caso de las cabrias de mampostería, se realiza a través de uno de los pies derechos o en su defecto, sobre una de las tornapuntas de la cabria o castillete.

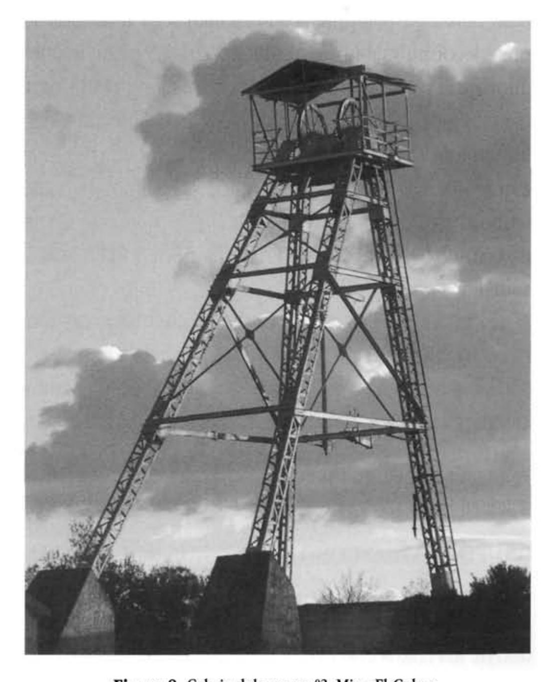


Figura 8. Cabria del pozo n.º3. Mina El Cobre.

CABRIAS Y CASTILLETES COMO ELEMENTOS DEL PAISAJE MINERO

Estos últimos años en la localidad de Linares ha existido un interés muy especial por el traslado de estos elementos patrimoniales, desde sus ubicaciones naturales en las zonas mineras, hacia el entorno ciudadano, otorgando nuevos usos de tipo decorativo, en plazas y rotondas de las avenidas



Figura 9. Desmontaje del castillete de la mina Matacabras (año 2002) y nueva ubicación en una rotonda a la entrada de la ciudad de Linares.

de la ciudad. De ahí el afán del Colectivo Proyecto Arrayanes de otorgarles a dichos restos, de algún tipo de protección que desestime la deslocalización de estos emblemáticos restos del Patrimonio Minero.

Desde un punto de vista netamente conservacionista, pudieran considerarse oportunos dichos traslados, ya que al estar integrados dentro del paisaje urbano, se despeja la incógnita de su desaparición por motivos de la codicia de lo ajeno. Pero desde la visión que en la actualidad tiene el Colectivo y siguiendo una línea de preservación del Patrimonio en sus lugares de origen, propiciando, donde la naturaleza y la actividad minera han convivido durante muchas décadas, las visitas necesarias para que la sociedad actual, alejada del conocimiento minero, pueda comprender el paso de la actividad minera por esta comarca, analizando y disfrutando de los diferentes y singulares elementos patrimoniales, así como de sus bellos entornos naturales, de los que ambos forman parte de nuestro característico paisaje minero.

RELACIÓN DE CABRIAS Y CASTILLETES METÁLICOS DEL DISTRITO MINERO LINARES-LA CAROLINA

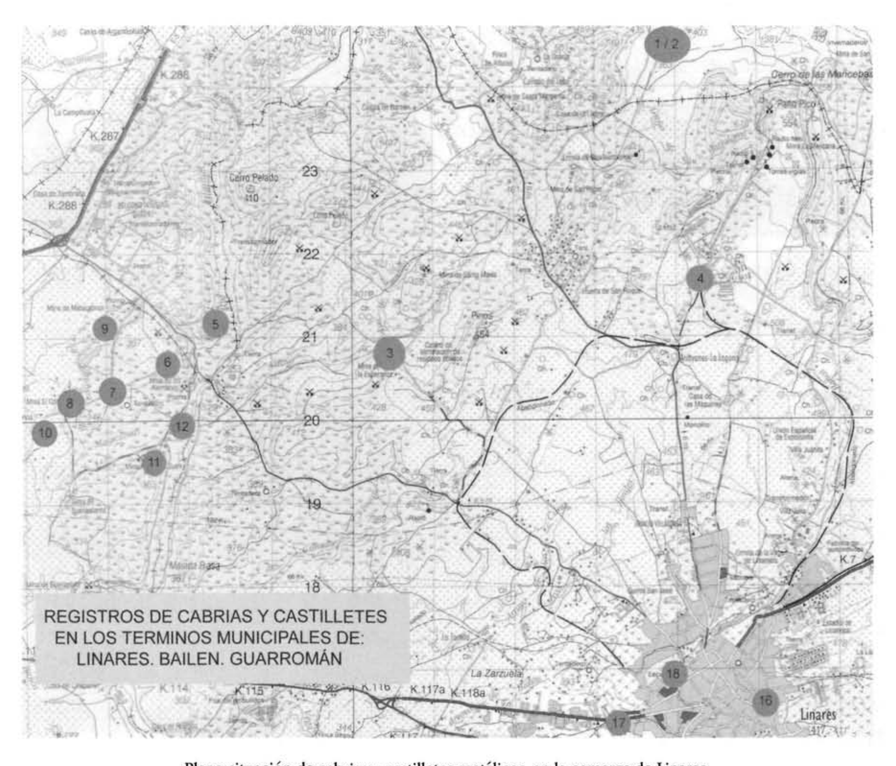
El estado de conservación de los diferentes castilletes y cabrias puede considerarse como aceptable, si bien se hace necesario crear ayudas, por parte de la administración autonómica, que permitan a los propietarios actuales su conservación así como la mejora de los entornos ambientales cercanos a los pozos que disponen de estas instalaciones y que hagan posible que a través de la red de senderos de la comarca, puedan visitarse con las medidas apropiadas de seguridad que requiere una zona minera en estado de abandono.

GRUPO MINERO COBO (REGISTROS Nº 1 Y Nº 2)

Forman parte de las antiguas explotaciones de Minas La Cruz, denominadas Grupo Cobo, en ellas encontramos uno de los restos con mayor singularidad de la comarca la cabria del Pozo San Cayetano, realizada en Inglaterra según indican las placas adosadas a las tornapuntas y que refieren su fabricación en la fundición "Sara & Burgess" en la

Nº	TIPOLOGÍA	MINA / EMPRESA	NOMBRE POZO	LOCALIDAD
1	Cabria	Grupo Cobo (La Cruz)	San Cayetano	Guarromán
2	Castillete	Grupo Cobo (La Cruz)	Nº 3	Guarromán
3	Castillete	San Francisco	San Francisco	Linares
4	Castillete	Minas La Cruz	La Unión	Linares
5	Cabria	Cerro Hueco (La Cruz)	San Luis	Guarromán
6	Castillete	El Cobre (La Cruz)	Nº 5	Bailén
7	Cabria	El Cobre (La Cruz)	Nº 3	Bailén
8	Cabria	El Cobre (La Cruz)	Nº 1	Bailén
9	Cabria	Matacabras (La Cruz)	San Diego	Bailén
10	Castillete	E.N. de Adaro	Nº 3	Bailén
11	Castillete	E.N. de Adaro	La Esmeralda	Bailén
12	Castillete	E.N. de Adaro	San Juan	Linares
13	Castillete	Araceli	San Agustín	Baños de La Encina
14	Castillete	Monteponi	Monteponi	Baños de La Encina
15	Castillete	La Española (Los Guindos)	La Española	La Carolina
		CASTILLETES DESPLAZADOS A LA CIUDAD DE LINARES PARA USO DECORATIVO		
16	Castillete	E.N. de Adaro	Nº 1	Bailén
17	Castillete	Matacabras (La Cruz)	San José	Bailén
18	Castillete	Los Guindos	Federico	La Carolina

Tabla 1. Relación actual (2004) de cabrias y castilletes metálicos en el distrito minero.



Plano situación de cabrias y castilletes metálicos, en la comarca de Linares.

región de Cornwall, pudiendo considerarse su antigüedad entre 153 y 131 años, que son los comprendidos entre el inicio y el cierre de actividad en dicha fundición (Fig. 10).

Estas minas fueron registradas a nombre de D. Antonio Cobo Garzón, en el año 1909 y explotadas hasta 1920. En 1965 se hace cargo de ellas la sociedad Minas de La Cruz, que la explotará hasta 1974, fecha de su cierre definitivo (Figs. 11 y 12).

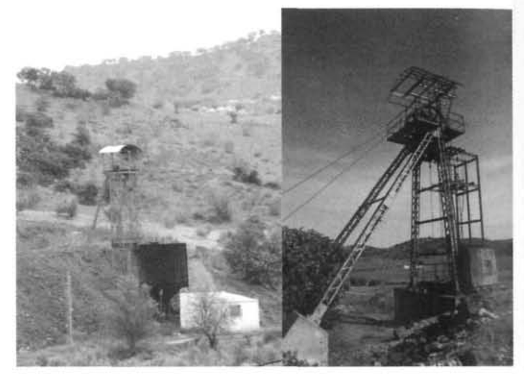
POZO SAN FRANCISCO (REGISTRO Nº 3)

El castillete de la mina San Francisco 1º y 2º, instalado sobre el pozo San Francisco, se encuentra situado sobre una de las zonas mineras más antiguas del Distrito, con registros que datan de 1565.

Esta mina localizada en la llamada Cuesta de Las Monjas, fue solicitada por D. Francisco Ochoa, en el año 1866, no tuvo una explotación racional y continuada. En 1955 la Sociedad Eugenio Grasset, emprende una nueva etapa de explotación, pero al igual que en épocas pasadas, cerrará la mina en 1960, sin haber conseguido los resultados esperados (Fig. 13).



Figura 10. Placa sobre cabria pozo San Cayetanno. Minas La Cruz.



Figuras 11 y 12. Pozo n.º3 y San Cayetano. Grupo minero Cobo.

POZO LA UNIÓN, FILÓN LA CRUZ (REGISTRO Nº 4)

El Pozo la Unión, ha sido el último del distrito minero que se ha mantenido en estado de funcionamiento, concretamente hasta el año 2003, a través de él se controlaba y reparaba la bomba de abastecimiento de agua a la Colonia La Cruz. Dicha bomba se encuentra ubicada por debajo del socavón de desagüe de las minas de Linares. Forma parte de un bello paraje minero-industrial, en las cercanías de la antigua fundición La Cruz, estando rodeada de edificios y viviendas de estilo colonial. Fundada en 1830 por el Marqués de Remisa, fue adquirida en el año1864 por la familia francesa propietaria de la Banca Neufville, que la mantendría hasta 1949, que pasaría a manos españolas siendo adquirida por el Banco Central. La Fundición permaneció en activo hasta su cierre definitivo, en el año 1986 (Fig. 14).

Las explotaciones mineras sobre las que se asienta este pozo, han venido explotándose desde época romana hasta principios del siglo XX, sobre un filón de unos 3Km de longitud, rico en mineral de cobre y plomo.



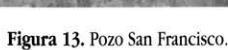


Figura 13. Pozo San Francisco.

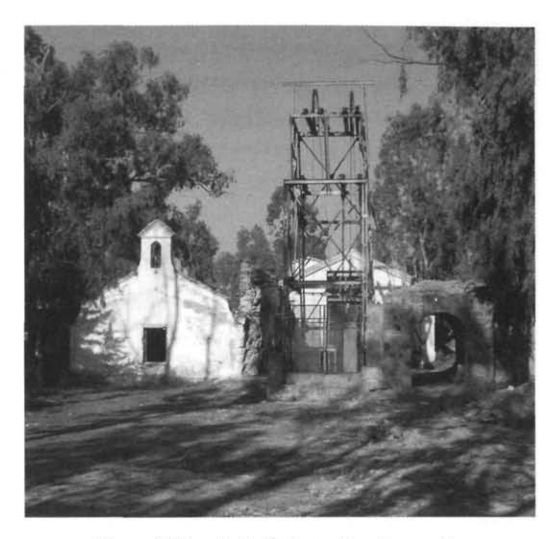


Figura 14. Pozo La Unión, junto a la antigua capilla de la colonia minera La Cruz.

FILÓN EL COBRE (REGISTROS Nº 5, 6, 7 y 8)

El filón El Cobre tiene una longitud aproximada de unos 5 Km., tres de ellos explotados por Minas de las Cruz, configurándose en él los pozos: nº 1 "El Cobre", nº 3, nº 5 y San Luis de Cerro Hueco (Fig.15). Las minas que explotaron este rico yacimiento filoniano, fueron las últimas del Distrito en finalizar su actividad minera, Minas de La Cruz arrendataria y propietaria del criadero culminó su actividad empresarial el 21 de mayo de 1991.

La cercanía en el tiempo ha hecho posible que una pequeña parte de sus instalaciones, entre ellas sus castilletes y cabrias, se conserven aceptablemente, todas ellas construidas con perfiles laminados "L" y "U", y unidos por

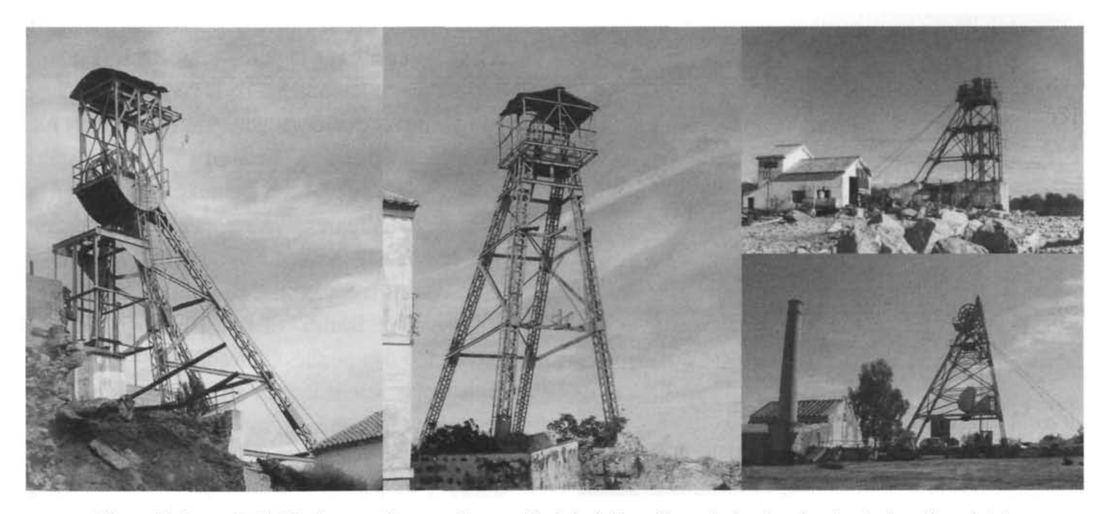


Figura 15. Pozo n.º1 "El Cobre", pozo n.º3, pozo n.º5 y pozo San Luis de Cerro Hueco (orden: derecha a izquierda, arriba y abajo).

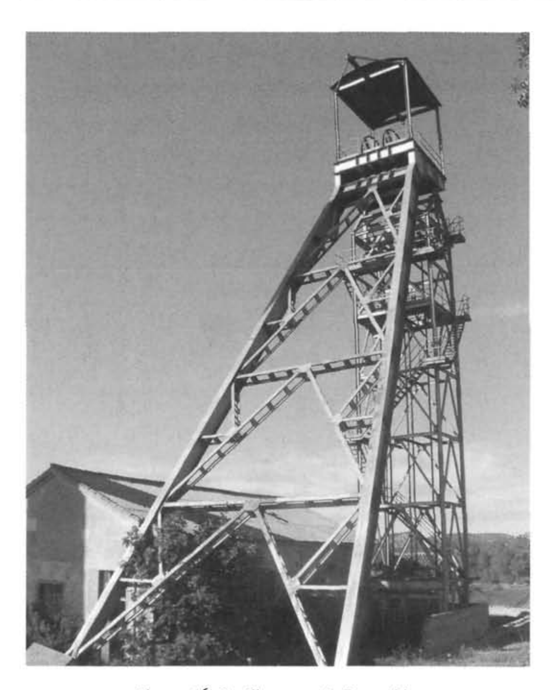


Figura 16. Castillete pozo La Esmeralda.



Figura 17. Pozo n.°3 de Adaro.

roblones, continúan erguidas sobre sus pozos maestros como testigos aún latentes del esplendoroso pasado de esta zona minera.

Comenzaba esta historia minera en 1839 cuando el yacimiento era explotado por el Marqués de Remisa, pasando en 1846 a manos de dos compañías francesas: Isidoro Pourcet y A. Brissac. En 1877 las concesiones Esperanza 1ª, 2ª, 3ª y 4ª y San Fernando (las más ricas del yacimiento) son adquiridas por la Sociedad Los Cuatro Amigos, entre cuyos socios figuraba el ex-presidente de la República Española D. Nicolás Salmerón, esta sociedad las mantendría en su poder hasta el cierre de la actividad, previo arrendamiento a Minas de La Cruz.

EMPRESA NACIONAL DE ADARO (REGISTROS Nº 10, 11 y 12)

La empresa nacional Adaro de investigaciones mineras (ENADIMSA), dedicó su actividad en esta zona, explotando los yacimientos integrados dentro de la reserva establecida por el estado en el año 1943. En el año 1949 inicia la explotación en el filón San Juan-Esmeralda, que continuará en 1954 en el filón El Cobre, ambas áreas de explotación culminarían su actividad con el cierre definitivo de la empresa en mes de abril de 1986.

El más representativo de los castilletes de la zona, se encuentra en el pozo La Esmeralda (Fig. 16), llevando el mismo nombre de la concesión minera, sobre la que se posiciona, concesión minera que fue adquirida a Minas de La Cruz en 1970. Este castillete, fue el último de los construidos e instalados en la comarca, tan sólo tres años antes de su cierre definitivo, había sido fabricado por la Duro-Felguera y montado por la Sociedad Española de Construcciones Metálicas, fábrica "La Constancia" de Linares. Construido con perfiles laminados "I", "L" y "U", sus tornapuntas se encuentran arriostradas por medio de celosías, formando en su conjunto una esplendida estructura. Desde la plataforma base de poleas, situado a 30 m de altura, se divisa una de las mejores vistas del distrito minero.

En la continuidad del filón El Cobre (Fig. 17), sólo queda este inestable castillete del Pozo Nº 3, cuya caída puede ser inminente, ya que con el aprovechamiento de los estériles de mina, se le ha despojado de los asientos en ambas tornapuntas, quedando el castillete en total desequilibrio.

CONCLUSIONES

Concentrados los elementos patrimoniales de cabrias y castilletes, en las áreas de explotación minera de actividad más reciente, lo que ha permitido la supervivencia, este tipo de restos sufren un acoso que no puede ser tolerado, ante la continua iniciativa emprendida desde la administración local linarense de intentar su desplazamiento hacia áreas urbanas.

Cabrias y Castilletes, símbolos de nuestra historia minera deben de continuar en sus lugares de trabajo, con la finalidad de ser visitados en dichos entornos, en plena naturaleza y formando parte del entramado de la antigua actividad minera, donde es posible visualizar: diques de estériles, escombreras y un entorno natural, que aunque degradado en algunos casos por la propia actividad, ya forma parte de nuestro entorno, pues esta comarca ha convivido con sus minas durante más de 3000 años.

BIBLIOGRAFÍA

- **Archivo Histórico Provincial:** *Documentación de Jefatura de Minas de Jaén, registros de minas Linares, Bailén y Guarromán.*
- **Colectivo Proyecto Arrayanes:** *Archivo fotográfico y documental de minas propios de la Asociación.*

PR-A 260. Un ejemplo de puesta en valor

D. Campos López, A. Pérez Sánchez, J. Dueñas Molina, M. Gómez González, F. Contreras Cortés, J.A. García Solano y L. Martínez Arboledas
danicampos1979@mixmail.com

RESUMEN

El Distrito minero Linares-La Carolina ha sido explotado desde la Prehistoria Reciente hasta prácticamente nuestros días. El sendero de Paño Pico, PR-A 260, que ahora presentamos, nos acerca desde la óptica de la Arqueología del Paisaje a una serie de hitos que nos proporcionarán en tan solo tres horas una amplia lectura de la historia minera del distrito, así como nos permitirá disfrutar de amplias vistas de la comarca.

La Puesta en Valor de estos restos mineros viene a complementar la riqueza ecológica de este interesante sendero.

Palabras clave: Arqueología, Arqueología del Paisaje, historia de la minería, interpretación, Puesta en Valor.

ABSTRACT

The mining distrit had been exploted since the Recent Prehistory to our days. The path of Paño Pico, PR-A 260, that we present here, bring us near several milestones from the point of view of the landscape archaeology. Them, in only three hours we will receive a large intrepetation of the distrit mining history, and also it will allow us largo views of the country.

The put into value of these mining remains come to complete the ecological richness of this interesting path.

Key words: *Archeology, Interpretation, Landscape Archeology, Mining, Mining History, Put into Value.*

La explotación minera continuada en el distrito Linares-La Carolina desde la Edad del Cobre hasta prácticamente nuestros días ha creado un paisaje característico salpicado de hitos patrimoniales. Esta explotación se ha manifestado a lo largo de más de 4000 años en una serie de yacimientos arqueológicos de diferentes épocas, en los restos que las explotaciones mineras propiamente dichas que han modificado el paisaje y así como en las estructuras de transformación de mineral. Este proceso histórico se ha producido en un territorio concreto, con unas características geológicas propias y un patrimonio ecológico singular.

La necesidad de conocer y valorar este patrimonio se ha traducido en múltiples actuaciones. Conocidos son los trabajos de recopilación y estudio desde la perspectiva arqueológica de Tamain y Domergue, de Blázquez o más recientemente de las intervenciones realizadas por la Universidad de Granada en la depresión de Linares-Bailén, el Proyecto Peñalosa, y los trabajos arqueológicos de la Universidad de Jaén en la zona de El Centenillo. La labor realizada por El Taller de Ecología de Linares ha manifestado la riqueza botánica y faunística que caracteriza el distrito a la vez que nos ha alertado de la necesidad de protegerla. Los diversos estudios de la historia minera de la región se están viendo completados con interesantes interpretaciones tecnológicas de los restos existentes. Unido estos estudios, desde mediados de la década de los ochenta surge la necesidad de conservar los restos de la historia minera. Cabrias, chimeneas, vías y pozos se ven como parte de paisaje, ese paisaje que además de proporcionarnos una visión romántica del pasado, nos narra nuestra Historia.

La historia geológica del distrito minero de Linares ha sido el factor más importante que ha condicionado el asentamiento de comunidades humanas en esta región desde la Prehistoria. La elección de los núcleos de hábitat y de los centros de explotación y transformación por parte de estas comunidades está en estrecha relación con la

explotación minera de los filones metalíferos de la zona. El estudio radical de la geología de la zona nos pondrá en contacto con la formación de dichos filones; para ello, realizaremos una breve síntesis de la historia geológica.

El área estudiada se sitúa en la región marginal de las Cordilleras Béticas, conocida como la Cobertura Tabular de la Meseta. Las características principales de la zona vienen determinadas, en primer lugar, por una ausencia de rasgos que denoten en los materiales, pese a su proximidad, las consecuencias del plegamiento alpino, así como una marcada discontinuidad estratigráfica de los materiales.

Los principales estudios geológicos de la zona muestran en la base un zócalo de formación paleozoica, caracterizado por la presencia de rocas metamórficas (filitas, cuarcitas, con importantes intrusiones de origen granítico), y de una cobertura Posthercínica, de espesor variable y materiales de origen triásicos, neógenos y cuaternarios. Entre los primeros destacan niveles de areniscas y conglomerados, acompañados de materiales neógenos a menor profundidad (margas con intrusiones de limos y areniscas) sobre las que se superponen los depósitos aluviales del Cuaternario, conformados principalmente por limos y depósitos de conglomerados.

Las intrusiones graníticas a las que anteriormente hacíamos mención son la clave para entender la formación de los filones metalogenéticos tan característicos de esta zona. Los cambios geotérmicos anómalos, acompañados de la relajación de esfuerzos geológicos, condicionaron la formación de un extenso campo filoniano en el área que hoy es conocida como distrito minero Linares-La Carolina.

La aparición de fallas producidas por la relajación granítica, facilitó la formación de galena argentífera de origen hidrotermal. Se trata de filones de un considerable espesor y de un desarrollo recto, limpio y regular. Marginalmente las metalizaciones también arman en pizarras, siendo estos filones mucho más estrechos, irregulares y cortos. Los principales metales explotados han sido la plata y el plomo, así como en los primeros metros superficiales de algunos filones (Arrayanes, La Cruz), de óxidos de cobre.

Es desde esta perspectiva, desde la lectura de nuestra Historia en el paisaje, como surge la necesidad de crear una serie de senderos que permitan conocer e interpretar, con el fin de valorar, los restos mineros existentes en el territorio. Por iniciativa del Colectivo Arrayanes, y con la colaboración del Ayuntamiento de Linares, la Federación Andaluza de Montañismo crea una serie de senderos que permiten una agradable visita al distrito minero, y que se integran en la red española de senderismo. Son en general senderos de mediana duración y sencillos, destinados a facilitar el acercamiento y disfrute de la riqueza ecológica a la vez que se pone en valor los restos mineros. Con este fin, el Colectivo Arrayanes diseñó una serie de paneles que ayudan a interpretar los hitos que se encuentran en dichos senderos.

El PR-A 260, sendero de Paño Pico (Fig.1), que ahora presentamos, nos lleva a visitar una interesante red de estructuras de explotación minera. La mayor parte del recorrido transcurre dentro de la concesión de la mina Arrayanes, mina explotada por el estado desde mediados del siglo XVIII. A los interesantes restos de explotación moderna, se suman labores más antiguas, así como posibilidad de disfrutar de un interesante fortín romano o un pequeño poblado de la Edad de Bronce. El sendero parte desde el Barrio de Arrayanes, situado al norte de la localidad de Linares y permite en un recorrido lineal de poco menos de tres horas y sin ninguna dificultad, acercarnos a una visión completa de la historia minera del distrito Linares-La carolina.

Como comentábamos más arriba, el sendero parte de la barriada de Arrayanes de Linares, y a través del camino de Arrayanes, abandonamos la zona asfaltada que conducía al depósito de la Unión Española de Explosivos. Nos encontramos con el primer hito: el Pozo Acosta. Se trata del pozo principal del primer tercio en que se dividió la explotación minera de Arrayanes. Se conservan la casa de máquina de extracción, la chimenea, el pozo con los anclajes de la cabria y una serie de dependencias auxiliares de la mina. No se conserva el cerco de San Fausto, un conjunto integrado por las oficinas, viviendas, talleres y capilla edificado por la compañía y auténtico centro social de la explotación minera de Arrayanes. Este conjunto, en explotación desde mediados del Siglo XIX, fue unido en la década de 1890 con un ferrocarril minero al Pozo San Ignacio, otro de los hitos paisajísticos de este sendero, como veremos más adelante.

Continuando por el camino de Arrayanes, y sobre el trayecto del ferrocarril minero de la Compañía y hoy desmantelado, nos acercamos al segundo de los hitos de este sendero, el Pozo Restauración, también de la misma mina. Si el cerco de San Fausto había significado el centro social de la mina, el complejo en el que ahora nos encontramos era el auténtico centro de explotación. Iniciado entre 1844 y 1850, en este pozo se instaló en 1877 una máquina de vapor dotada de un cilindro de más de un metro de diámetro. Entre las estructuras visibles hay que comentar el mal estado de conservación de los talleres y edificios auxiliares al pozo, no así de la interesante estructura semicircular que albergó las cocheras y talleres del ferrocarril de la Compañía minera. Un importante dique de áridos no recuerda el importante lavadero de mineral de esta mina en este lugar. En este punto del sendero nos cruzamos con el reciente, y desafortunadamente, desmantelado ferrocarril minero, que si bien ha permitido abrir una vía verde, su desmantelamiento ha imposibilitado la posibilidad de reabrir con fines de interpretación, y turísticos, este interesante medio de locomoción.

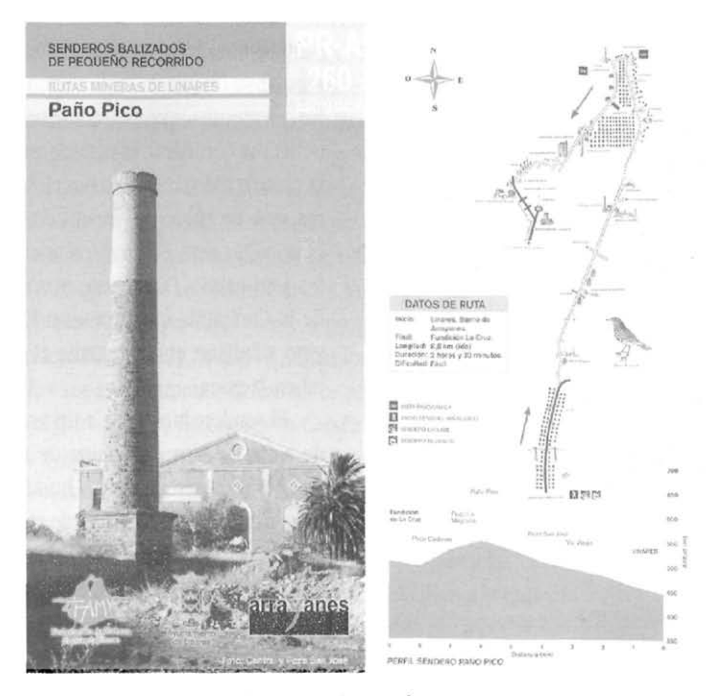


Figura 1. Sendero PR-260: Paño Pico.

El mismo camino nos conduce al Pozo de San José, a la vez que nos ofrece la posibilidad de combinar este sendero con el PR-A 261, "Cerro de las Mancebas". Los elementos conservados de este pozo, ponen en evidencia la importancia de este conjunto, también perteneciente a la concesión de Arrayanes. En explotación desde la segunda mitad del siglo XIX, su racional explotación lo convirtió en uno de los más rentables de la Compañía. Se conservan en buen estado los restos de la casa de máquina de bombeo Cornish, la chimenea, restos de la casa de máquina de extracción, el pozo con asientos de cabria y el interesante edificio de la Central Eléctrica de la Compañía, levantado en 1925 para albergar máquinas de producción eléctrica alimentadas por diesel, que no llegaron a producir en rentabilidad. Asimismo podemos apreciar restos de los parterres y jardineras que adornaron la parte delantera de esta central eléctrica.

Continuando por el sendero que conduce a Paño Pico, pasamos al lado de un "hundición", hundimiento producido por la cercanía de las explotaciones en galería por realce a la superficie. Su adecuado balizamiento evita el peligro que pudiera suponer. Estos hundimientos evidencian el grado de explotación de los trabajos mineros contemporáneos.

El siguiente hito en nuestro sendero es la rafa de San Ignacio. Se trata de una gran rafa de explotación de mineral, principalmente de cobre. Explotada desde antiguo, lo cierto es que las evidencias actuales parecen corresponderse con los trabajos de sacagéneros que desarrollaron con complemento económico los trabajadores mineros desde el siglo XVII. Sin embargo algunas zonas de la rafa explotadas a la caja de filón sí que parecen poner de manifiesto su explotación desde antiguo. Evidencias como las documentadas en una reciente prospección certifican la explotación de la misma desde al menos época romana. En esta rafa Domergue documentó la explotación romana a la que hace referencia en su Catálogo de explotaciones mineras de época romana, asimismo también documentó restos cerámicos de la Edad de Bronce, pero achacándolos a momentos de ocupación, no de explotación de mineral.

A los pies de esta misma rafa se sitúa el Pozo San Ignacio, el situado más al norte de los tres tercios en que se dividió la explotación de Arrayanes. Entre los elementos que se conservan en buen estado debemos comentar la casa de máquina de bombeo, la casa de máquina de extracción, casa de compresores, casa de calderas y restos de chimenea, así como el pozo de extracción y los asientos correspondientes a su cabria. Desde este pozo partía el ferrocarril de la Compañía que atravesando toda la concesión, vino a facilitar enormemente el transporte de mineral en la mina.



Figura 2. Pozo San José en 2003.



Figura 3. Pozo San José en 1931.

El sendero nos lleva a un gran depósito circular de agua, de la misma mina de Arrayanes, así como nos permite apreciar otros hundimientos de galería. Apreciamos también restos de explotaciones agropecuarias en uso durante la Edad Moderna, y abandonados a mediados del siglo XVIII, coincidiendo con el comienzo de la explotación minera en esta concesión.

Continuando el sendero llegamos al vértice geodésico de Paño Pico, desde donde es posible disfrutar de inmejorables vistas del distrito minero: apreciamos la ubicación de las localidades de La Carolina, Guarromán y Baños de la Encina, múltiples concesiones mineras, diques de estériles, casas de máquinas y chimeneas, diferentes usos de suelo, desde olivar y cereal de secano hasta el uso intensivo agrícola con invernaderos, así como una serie de yacimientos arqueológicos relacionados con la explotación del mineral desde antiguo. Frente a Paño Pico se ubica la concesión del Coto de la Luz, donde se han documentado múltiples restos de labores mineras anti-

guas que, conjuntamente con las localizadas en la rafa de San Ignacio, debemos poner en relación con el interesante yacimiento romano del Cerro de las Mancebas. Situado en un cerro testigo que forma parte de una cadena de elevaciones en el borde oriental de la cuenca del Guadiel, se trata de una unidad geomorfolóca con una fuerte pendiente en su vertiente meridional, mientras que las vertientes Norte y Este presentan un suave porcentaje de ascenso, con evidencias topográficas de ocupación en terraza. La cima amesetada de cerro termina por evidenciar la ocupación de la zona superior del mismo. En esta zona superior, se conserva una estructura muraria de gran envergadura, de la que se pueden reconocer con claridad su flanco oeste, con un recorrido superior a 30 m, y un fragmento del sur, en torno a 5 m, con el que forma ángulo recto. En estos tramos se reconocen hasta cuatro hiladas de sillares, con una altura visible aproximada de un metro y veinte centímetros. Mientras tanto, en los francos Norte y Este no es reconocible la muralla, aunque la dispersión de grandes sillares parece indicar su existencia, muy transformada por los procesos postdeposicionales. En el centro del espacio cercado, es reconocible la estructura cuadrangular de un edificio, que por su ubicación y factura parece ser una torre. Otro muro de menor grosor del primero viene a cercar toda la estructura, pareciendo formar un corredor entre la muralla superior y él. La ocupación para esta zona superior del cerro se ha datado entre los siglos II-I a.C. Entre los restos que aparecen en las terrazas debemos destacar los existentes en la terraza inferior, donde durante una intervención de urgencia en 1986 se documentó una estructura con columnas adosadas que parecen corresponderse con la zona de habitación de una villae romana, esta más tardía a la torre superior.

En la parte baja del cerro, orientada al Oeste, aparece una brecha con una superficie de unos 50 m^2 con la escombrera asociada con abundante presencia de escoria que se puede identificar como un trabajo antiguo. En la ladera NO del cerro aparece una rafa discontinua de más de 100 m con las terreras depositadas inmediatamente a favor de la pendiente. Por sus características se identifican con los trabajos de sacagéneros, tan frecuentes en este distrito.

Entre la cadena de elevaciones de Paño Pico y el propio Cerro de las Mancebas hay una vaguada, por donde hoy cruza un camino, sendero PR-A 261, y donde se juntan los términos municipales de Guarromán y Linares. Este camino y el paso entre dos zonas claramente definidas es una vía antigua de comunicación entre la zona minera septentrional del actual distrito minero de Linares-La Carolina y el centro urbano de la antigüedad de Cástulo.

Desde Paño Pico continuaremos por el sendero PR-A 260 a través de un paraje de indudable valor ecológico hasta la Mina de La Mejicana, donde se conservan en buen estado restos de casa de máquina de bombeo, chimenea (Fig. 5), y pozo con anclajes para cabria. Esta mina, que ya no pertenece a la concesión de Arrayanes, comenzó su explotación en 1863. En las cercanías de la explotación hay evidencias de múltiples trabajos de sacagéneros de época moderna, así como de labores antiguas de extracción de filón a la caja, que habría que poner en relación con la ocupación y explotación romana antes comentada. Desde esta mina podremos, además, disfrutar de un interesante paisaje adehesado en regeneración, con vistas al Hoyo de San Bartolomé y a El Collado del Lobo, dos de las áreas de explotación minera intensiva en pequeña concesión durante la segunda mitad del siglo XIX. Frente a nosotros se levanta el Cerro del Chantre, amesetado, en donde se localizan restos de un pequeño poblado de la Edad del Bronce. En la zona superior de este cerro hemos documentado la existencia de labores antiguas de explotación, en concreto se trata de una rafa y de dos pequeñas explotaciones de pozo-galería.

A través del sendero, ahora atravesando un rico encinar interrumpido por olivos, llegamos al repoblado bosque de pinos de la mesa de Valdeloso. Abocamos a lo que consideramos uno de los hitos de mayor entidad del distrito minero, la chimenea general de La Cruz (Fig.6), que levantada por el maestro de obras Antonio Conejero, llegó a tener una altura de 100 metros en 1892, aunque posteriormente se rebajó hasta los 57 metros actuales. Forma parte del complejo de la fundición de La Cruz, que luego comentaremos. El mismo sendero nos conduce al Pozo Cádenas, perteneciente al filón de La Cruz y a la concesión de san Narciso. Comenzó su explotación en 1820 y tras pasar por varios propietarios fue clausurado en 1949. Se conservan del mismo una casa de bombeo Cornish con su chimenea adosada, pozo con anclajes de cabria y casa de máquina de extracción. Junto a este y en la ladera occidental de la

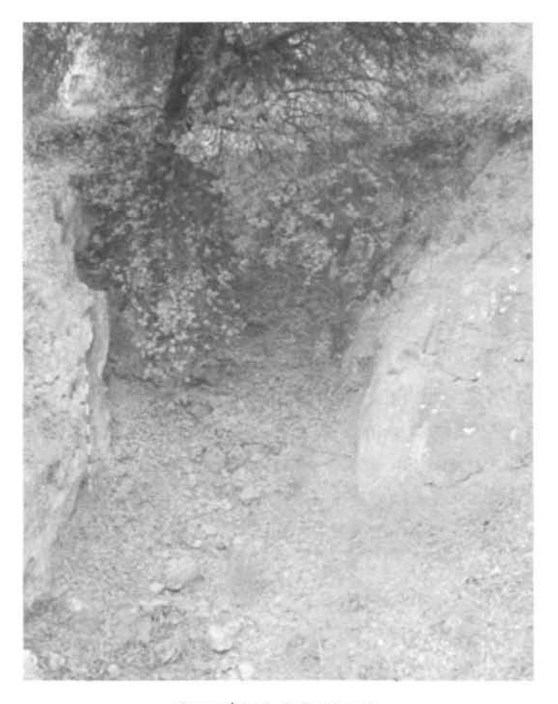


Figura 4. Rafa de San Ignacio.

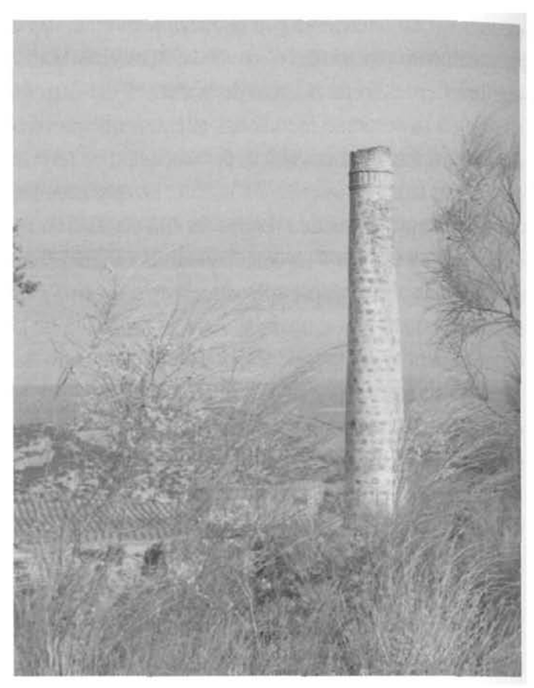


Figura 5. Chimenea Pozo La Mejicana.

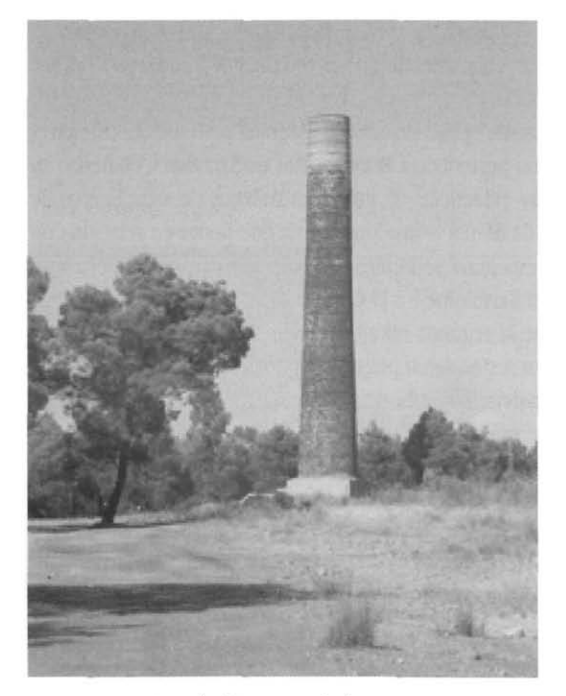


Figura 6. Chimenea Fundición La Cruz.

meseta se sitúa el Lavadero Vimora, que mediante el proceso de flotación ha estado extrayendo mineral de las escombreras hasta mediados de la década de los ochenta. Los arenales producidos por esta explotación vienen a ser un interesante ejemplo de regeneración natural de vegetación autóctona. Estos arenales cubrieron además la antigua explotación minera de Los Ale-manes, concesión en explotación durante la segunda mitad del siglo XIX y donde Domergue sitúa interesantes rafas y socavones de época romana.

El sendero continúa circundando el núcleo urbanizado de La Cruz, en donde son pocos los edificios de estilo colonial conservados de los muchos que integraron la zona residencial de los cuadros dirigentes de la fábrica. Por último, el sendero nos conduce a las puertas de otro importante hito del sendero PR-A 260, la Fundición La Cruz. Fundada por Gaspar de Remisa en 1830, años más tarde se haría cargo de la misma la Banca Neufville de París; finalmente, en 1949, el Banco Central y el Banco de

Santander se acabaron haciendo cargo de la misma. Su producción superaba las 40000 toneladas de plomo y daba trabajo a más de trescientas personas. Dado que estuvo en explotación hasta hace relativamente poco tiempo, son bastantes las estructuras que están bien conservadas: chimeneas, la torre de perdigones, los almacenes de munición y las estructuras que albergaron los talleres electromecánicos son los elementos más interesantes de la misma. El sendero termina aquí, pero invita a recorrer otros, a conocer otros restos del patrimonio, conocer para valorar.

BIBLOGRAFÍA

- **Argudo García, J.J.:** "Un Parque Geominero integral como fomento del desarrollo turístico de Linares (Jaén)". *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible,* 2000. Pág. 435-444.
- **Contreras, F., Sánchez, M., Cámara, J.A., Gómez, E., Lizcano, R., Moreno, A., Moya, S., Nocete, F., Pérez, C., Pregigueiro, R. y Sánchez, R.:** "Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce en la depresión Linares-Bailén y estribaciones meridionales de Sierra Morena. Actuaciones en 1991". *Anuario Arqueológico de Andalucía II.* 1991. Pág. 289-294.
- **Domergue, C.:** "El Cerro del Plomo. Mina El Centenillo (Jaén)". *Noticiario Arqueológico Hispánico,* nº 16, 1971. Pág. 267-381.
- **Domergue, C.:** "Catalogue des mines et de fonderies antiques de la Péninsule Ibérique". *Casa de Velázquez,* 1987.
- **Domergue, C.:** "En busca del plomo de las minas romanas del distrito Linares-La Carolina (Jaén)". *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible,* 2000. Pág. 61-69.
- **Dueñas, J., Hidalgo, M.C. y Rey, J.:** "Itinerario minero en el distrito de La Carolina". *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible,* 2000. Pág. 457-464.
- **Gómez González, M.:** "Un catálogo del patrimonio minero en el distrito Linares-La Carolina (Jaén)". *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible,* 2000. Pág.197-205.
- **Gutiérrez, L.M., Bellón, J.P., Barba, V., Alcalá, F., Royo, M.A. y Lisalde, R.:** "Procesos históricos de asentamiento y sacralización de un paisaje explotado: Sierra Morena", *Arqueología Espacial,* 19-20, 1998, 283-294.
- **Gutiérrez Guzmán, F. (1999):** *Las minas de Linares. Apuntes Históricos.* Linares, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Linares.
- **Lizacano Prestel, R., Nocete Calvo, F., Pérez Bareas, F., Contreras Cortés, F. y Sánchez Ruiz, M.:** "Prospección arqueológica sistemática en la cuenca alta del río Rumblar". *Anuario Arqueológico de Andalucía II.* 1987. Pág. 51-59.
- **Lizacano Prestel, R., Nocete Calvo, F., Nocete Calvo, F., Pérez Bareas, C., Moya García, S. y Barragán Cerezo, M.:** "Prospección arqueológica sistemática en la depresión Linares-Bailén, 1988". *Anuario Arqueológico de Andalucía II.* 1990. Pág. 96-98.
- **Moreno Rivilla, A.:** "El paisaje minero de Linares (Jaén): memoria histórica, patrimonio cultural y recurso turístico". *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible,* 2000. Pág.249-259.
- **Pérez Barea, C., Lizcano Prestel, R., Moya García, S., Casado Millán, P., Gómez del Toro, E., Cámara Serrano, J.A. y Martínez Ocaña, J.L.:** "IIº campaña de prospecciones arqueológicas sistemáticas en la depresión Linares-Bailén. Zonas meridional y oriental, 1990". *Anuario Arqueológico de Andalucía.* 1990, II. Pág. 86-95.
- **Pérez Sánchez, A.A.:** "Un modelo tecnológico de interpretación del patrimonio minero". *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible,* 2000. Pág.261-275.
- **Tamain, G.:** "Contribución al estudio de la antigua metalurgia del plomo en España" *Oretania,* nº 12, 1962. Pág. 277-279.

La extracción de mineral: modelos de interpretación

J. Dueñas Molina*, A.Á. Pérez Sánchez y F. Contreras Cortés*****
*Universidad de Jaén.
jduenas@ujaen.es
**Colectivo Arrayanes.
***Universidad de Granada.

Los 4000 años de actividad minera en el Distrito Linares-La Carolina, han dejado en el territorio, a lo largo de los siglos, un gran número de restos concentrados en una extensión relativamente reducida. Muchos de ellos corresponden a lo que podemos llamar época de minería industrial, desarrollada en los siglos XIX y XX.

La riqueza y profusión de los filones hizo, ya en 1748, que el Estado buscara en el distrito un emplazamiento para establecer la explotación minera de la Corona, eligiendo entre varias posibilidades, la Mina de Arrayanes. La experiencia del establecimiento estatal y las nuevas condiciones legales para la explotación de las minas de plomo en el siglo XIX abrieron perspectivas de convertirla en una floreciente industria. Esto atrajo desde 1845 la atención de inversores extranjeros y facilitó que en 1869 el Distrito produjera ya más mineral que toda Inglaterra.

En esta época convivieron los medios tecnológicos más avanzados de la aplicación de la revolución industrial, con los medios utilizados en épocas anteriores, que utilizaban la tracción muscular, también conocidos como "motores a sangre". Por un lado, el éxito de la importación de la tecnología del vapor Cornish, tuvo como consecuencia la generalización del empleo de estas máquinas por parte de las grandes compañías mineras, tanto nacionales como extranjeras.

Por otro lado, las explotaciones familiares o de pequeñas empresas locales, para las que podía resultar una gran carga la inversión necesaria para adquirir esos medios técnicos, continuaron utilizando sistemas tradicionales que empleaban la fuerza muscular, sobre todo para sacar a la superficie las tierras que se extraían en las galerías.

LA NECESIDAD DE LA INTERPRETACIÓN

Nuestro paisaje se fue configurando como una muestra, en permanente evolución, de las heridas que ha ido dejando la minería en el medio natural. Y también de la fuerza con la que la naturaleza ha ido integrando esas cicatrices, retomando los lugares mineros y rodeándolos de areas de gran riqueza ecológica. Así, la visión del territorio está llena de escombreras, edificios y chimeneas insertos en dehesas y zonas de bosque mediterráneo, que conviven con una gran profusión de especies vegetales y animales.

Uno de los principales objetivos que se ha propuesto el Colectivo Proyecto Arrayanes desde un principio ha sido estudiar e investigar los restos de la actividad minera para promover su protección y su conservación. Pero este objetivo tendría poco valor si no va acompañado de una clara determinación de hacer inteligible este patrimonio para la población, de poder "abrirlos" a los visitantes física e intelectualmente, dando a conocer y difundiendo cuales son sus valores y cual era su papel en el proceso productivo, explicando de forma sencilla cómo son las instalaciones y cómo era la maquinaria que contuvieron.

De esta forma, para nosotros, la interpretación del patrimonio minero industrial se entrelaza con el resto de las actividades que llevamos a cabo para proteger, conservar y poner en valor los restos mineros, sin que haya una línea definida que delimite dónde terminan éstas y dónde empieza aquella. Así, durante los trabajos de catalogación, encargados por la Consejería de Cultura y realizados por el Colectivo en los últimos dos años, se han seguido diferentes

procedimientos para identificar y conocer en profundidad tanto la función que cumplían dichos restos en el proceso extractivo, como los medios tecnológicos que albergaban estas construcciones.

La interpretación de los restos relacionados con la extracción de mineral puede ser un ejemplo representativo de esa variedad procedimental y ha permitido identificar y catalogar algunos de los elementos patrimoniales más singulares y de mayor valor que se encuentran en el Distrito Linares-La Carolina, como una plataforma de malacate, una casa de máquina de extracción de cilindro vertical, una cabria metálica del siglo XIX o una máquina de extracción de vapor de doble cilindro horizontal. A continuación pretendemos dar una descripción de los procesos que nos han llevado a conocer su singularidad y algunos de sus valores más sobresalientes.

LOS MALACATES

Este sistema de extracción fue el más empleado en la época de expansión de la actividad minera. Podía utilizarse tanto para extraer agua como para la extracción de mineral. Esta sencilla máquina de elevación consistía en un tambor dispuesto en un eje vertical, a modo de cabrestante, en el que se enrollaba una cuerda de forma que sus extremos quedaban libres y suspendidos sobre el pozo. Así, al subir un extremo el otro bajaba. Para accionarlos una o varias mulas empujaban sobre unas palancas adosadas al eje por debajo del tambor.

Las medidas más importantes eran:

MEDIDA	ALTURA	LONGITUD
Viga horizontal superior	5,5 a 6 metros	Variable hasta 10 metros
Tambor	Hasta 2 metros	Diámetro de 2,5 a 2,9 metros
Palancas		4,35 a 4,50 metros
Pozo		Superficie entre 3 x 2 metros y 2,5 x 1,5 metros

Un informe redactado por el ingeniero y "adventurer" británico Joseph Lee Thomas en 1857 describe las reticencias y sucesivas negativas de la empresa estatal "Arrayanes", para aceptar la instalación de un malacate en sus minas:

> *"Durante mis tres años de residencia allí, se consideraron las propuestas del Jefe de Ingenieros de instalar un malacate, pero parece que el Gobierno no estaba dispuesto a realizar un gasto insignificante de 50 libras por planta. La idea es realmente ridícula: una concesión de una extensión cercana a las 4 millas, que ha producido mineral por valor cercano a los tres millones de libras, cuyos trabajos han resultado casi uniformemente valiosos, ¡y sin un malacate!".*

Efectivamente, el malacate es un medio que en profundidades medias muestra su eficacia, aunque variable en función de la presencia de agua. Así, con poca agua se podían alcanzar los 100 ó 150 metros, mientras que con agua abundante solo se llegaba hasta los 50 ó 60 metros. Para la extracción de tierra se empleaban cubas de 25 a 35 @. Para extraer agua se empleaban cubas de 48 a 70 @.

Precisamente las principales ventajas que presentaba el uso de malacates eran su economía y la sencillez de su montaje, que incluso se podía realizar en el interior de la mina. Podían ser cubiertos, pero en el Distrito se disponían por lo general al descubierto. Sin embargo, su uso presentaba dificultades cuando había que extraer agua a la vez que se profundizaban los pozos.

En 1889 se contaban en el Distrito trescientos veinticinco (325) de estos ingenios, lo que da una idea de lo generalizado de su uso. Sin embargo, la provisionalidad de su estructura y lo perecedero de los materiales que se empleaban para su construcción, han hecho imposible encontrar restos de una de estas máquinas.

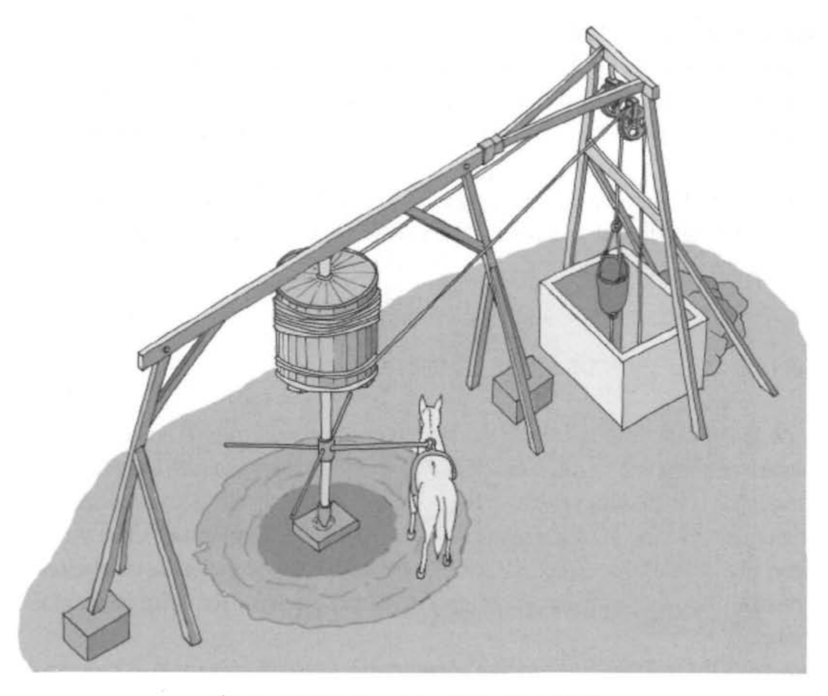


Figura 1. Esquema de funcionamiento de un malacate.



Figura 2. Reconstrucción virtual de malacate en plataforma encontrada en la Mina La Reforma.

Sin embargo, durante la visita a la Mina La Reforma, en el término municipal de Baños de la Encina, mientras se realizaban trabajos de Catalogación, se descubrieron los restos de una plataforma y de basamentos de soportes que pudieron pertenecer a la instalación de un malacate, dándose además la circunstancia de que se encontraban en la situación idónea junto a un pozo que, a su vez, tenía las dimensiones adecuadas para este sistema de extracción.

De esta forma, una vez confirmadas las dimensiones y el emplazamiento, se ha podido identificar un resto único que ha llegado hasta nuestros días como muestra de la tecnología de extracción menos "industrial", pero más utilizada en nuestras minas.

LAS MÁQUINAS DE EXTRACCIÓN DE CILINDRO VERTICAL

Los inicios de la aplicación de la tecnología del vapor a la extracción de tierras procedentes de la mina fueron, probablemente, posteriores a las aplicaciones para el desagüe, ya que estas últimas resultaban imprescindibles para mantener la mina seca y poder trabajar en las galerías. No obstante, era conocido que en muchos casos resultaba muy conveniente instalar máquinas de extracción que sacaran las tierras y realizaran a la vez el trabajo de desagüe, ya que resultaban beneficiosas en los trabajos de investigación, su instalación era relativamente económica (ahorraban una gran inversión inicial para desaguar) y podían ser utilizadas después en la misma o en otra instalación.

Para nosotros resultaba todo un reto conocer aproximadamente cual había sido el proceso de aplicación del vapor y cuales los lugares en los que se realizaron las primeras instalaciones, lo que nos poermitiría elaborar una información coherente para explicar cómo fue la aplicación en el Distrito de la Revolución Industrial. Conocíamos la existencia de máquinas de vapor para la extracción en numerosas minas, pero las referencias eran siempre a instalaciones de finales del siglo XIX o, incluso, de principios del siglo XX. Sin embargo, no se encontraban datos fiables o testimonios gráficos o escritos que permitieran llegar a conclusiones sobre las primeras instalaciones.

Durante la visita realizada con un experto inglés, Rob Vernon, a varias minas de la zona noroeste del municipio de Linares durante el otoño de 2003 encontramos, casi por azar, la pieza que completaba el puzzle. Al observar el campo minero desde la plataforma superior de la Cabria de la Mina La Esmeralda reparamos en la existencia de una casa, más extrecha de lo normal en las casa de máquinas de extracción, situada junto a un pequeño pozo. Se daba la circunstancia de que no estaba alineada con dicho pozo, sino que tenía una desviación lateral que llamó nuestra atención.

Al descender, realizamos la inspección de los restos, encontrando una serie de indicios inequívocos de la ubicación de una máquina de vapor dentro de la casa y de unos tambores de extracción fuera de ella que (¡ahora sí!) estaban alineados con el pozo. Los conocimientos de nuestro colega y amigo nos pusieron en la pista de la existencia en este resto de una máquina de cilindro vertical, con balancín interior apoyado y articulado sobre una viga transversal.

Más tarde, Rob Vernon nos envió copia de información y dibujos sobre las instalaciones y la máquina ubicada en Levant Mine, en la costa oeste de Cornwall, en Inglaterra, que confirmaban, inequívocamente, que nos encontrábamos ante una máquina de este tipo. Este extremo fue corroborado en visitas posteriores de miembros del Colectivo y contrastado también con la opinión de expertos irlandeses e ingleses de MHTI (Mining Heritage Trust of Ireland) en la visita que se realizó en abril de 2004.

En la navidad de 2003 se estudiaron diversos informes redactados en el siglo XIX, encontrándose en uno de ellos, escrito en 1877, la referencia a una máquina de vapor (tipo Woolf) de cilindro vertical instalada en la mina La Esmeralda.

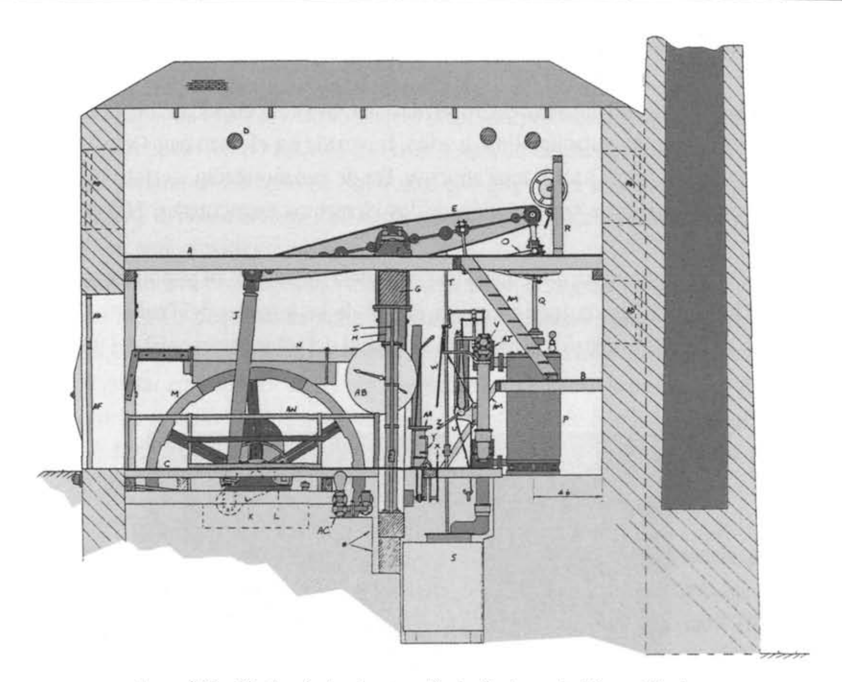


Figura 3. Sección de máquina de extracción de cilindro vertical (Levant Mine).

"En dicha mina hay colocada una máquina de la fuerza de 25 caballos, de vapor, de cilindro vertical, con expansión y condensación. Se estableció con objeto de continuar el pozo San Eugenio y desaguar las labores que partieran de él. Las aguas habían llegado en el pozo a unas 12000 @ y aun cuando no tenía más que 28 m de profundidad y estaba servido por un malacate de caballerías, su continuación era dificilísima y pesada. Establecida la máquina, el pozo se llevó con facilidad y sin ninguna ranza de consideración; las aguas aumentaron hasta 20000 @ en la traviesa de 1ª y testeras de guía al mismo nivel, haciéndose bien, no solo el desagüe sino la extracción de tierras."

"Para transformar el movimiento circular continuo del eje del volante en rectilineo alternativo y modificar la velocidad se colocó en él un piñón de 0,813 m de diámetro y engranando con él una rueda de 2,43 m de diámetro. Sobre el eje de esta rueda va un tambor de 1,975 m de diámetro, para la extracción y a el extremo de dicho eje una manivela de 1,21 m de longitud, enlazada con una biela de 7,45 m de largo; cuya biela enlaza con el montante del contrapeso. Este tiene los tres brazos iguales de 3,73 m de longitud. En uno de los extremos se halla el cajón para colocar el peso y en el otro el enlace con el tirante de bombas."

Comparando las informaciones procedentes de la Levant Mine, que describen una máquina de cilindro vertical de 27 pulgadas (68 cm) de diámetro, con las descripciones contenidas en el informe de 1877, que describe una máquina con cilindro vertical de 55,8 cm (22 pulgadas) de diámetro y disponiendo de los dibujos de despiece realizados para la rehabilitación y reconstrucción de la máquina inglesa por la Trevithick Society, se cuenta con todo lo necesario para interpretar e, incluso, reconstruir nuestra máquina.

En visitas realizadas en los primeros meses de 2004 hemos identificado al menos otros dos restos de casas de máquina de extracción de cilindro vertical, en el pozo San Francisco de la Mina Pozo Ancho y en el pozo Linarejos en el área conocida como Trinidad y Mesa de Los Pinos.

CABRIA METÁLICA "CORNISH"

La existencia de dos cabrias metálicas en el Grupo Minero Cobo era conocida en el Colectivo, ya que uno de sus miembros llegó a dirigir su explotación. Una de ellas, la situada en el Pozo San Cayetano de Mina Antoñita, presentaba unas característica que la hacían muy atractiva. Era de tamaño medio y estaba constituida por perfiles en L y por pletinas que formaban la triangulación de los elementos estructurales. El sistema de unión era el roblonado.

Aunque se le daba valor a este resto, no se tenía una verdadera medida de su importancia. Fue en la visita realizada con expertos de Inglaterra, Irlanda, Italia y Francia, dentro de las Jornadas del Proyecto Europeo MINET, realizada en Abril de 1999, cuando se empezó a constatar la magnitud del valor patrimonial del mismo.



Figura 4. Placa de la cabria metálica de Mina Antoñita.

Los colegas ingleses de la región de Cornwall, atraidos por la procedencia indicada en la placa identificativa de la Cabria que indicaba la fundición en la que fue fabricada, comprobaron a los pocos días de su vuelta a Cornualles que dicha fundición, la Sara & Burgess Penryn Foundry, había permanecido abierta entre los años 1851 y 1873. Inmediatamente nos comunicaron su hallazgo y valoraron que era, sin duda, la mejor conservada de cuantas cabrias de esa antigüedad habían visto.

La función de estas estructuras es facilitar la elevación de cargas por el pozo. Esto se podía hacer mediante cubas o zacas o con la instalación de jaulas. Para hacer que ese transporte fuera más seguro se instalaban guiaderas, de cables en el caso de las cubas y de madera si se trataba de jaulas. Estas últimas diponían también de un sistema de frenado de emergencia.

LAS MÁQUINAS DE EXTRACCIÓN DE DOBLE CILINDRO HORIZONTAL

La llegada de las máquinas de vapor al Distrito minero comenzó, probablemente en 1844 con el envío realizado desde Inglaterra de una máquina Compound, casi con toda seguridad destinada a la extracción de tierras y a la evacuación de agua, lo que supone un adelanto de cinco años con respecto a la llegada de la primera máquina destinada al desagüe, que fue en 1849. Sin embargo, los datos relativos a la instalación de las máquinas de extracción de cilindros horizontales son muy escasos.

Algún miembro del Colectivo tenía noticias de la existencia aún de alguna máquina de vapor, que podría estar localizada en una de las muchas pequeñas explotaciones mineras perdidas en Sierra Morena. Esta posibilidad llevó a indagar sobre el tema cuando se realizaban las visitas preparatorias y de toma de datos para la Catalogación. Para nuestra sorpresa, al preguntar en una finca de las visitadas sobre la existencia de otras minas en los alrededores que pudieran conservar cabrias o algún tipo de maquinaria, se nos informó de que había una pequeña mina con una cabria y se nos advirtió de que no estaba permitida la visita ni el paso, imprescindible por otra parte, por otras propiedades. Ante nuestra insistencia se nos condujo por caminos de difícil tránsito hasta una pequeña explotación, ubicada en un lugar casi inaccesible.

Ante nosotros se mostró un pozo que conservaba una cabria metálica de pequeño tamaño y una casa de máquina de extracción con la cubierta derruida prácticamente en su totalidad. Nuestra sorpresa fue enorme cuando atisbamos entre los escombros las piezas de lo que podía ser una máquina de vapor de doble cilindro. En la estancia anexa se encontraba una caldera, incrustada en su emplazamiento, con una inscripción: "La Constancia Linares". Con la comprensible euforia, y sin poder dar publicidad al hallazgo, volvimos al trabajo de catalogación y continuamos recopilando información sobre aspectos relacionados con él.

La tecnología de extracción con vapor más usual empleaba máquinas de doble cilindro horizontal. Eran de doble efecto y no disponían de condensador. El diámetro de los cilindros era muy variable, según la potencia necesaria en función de la profundidad desde la que se elevaban las cargas. Para conseguir que la velocidad de funcionamiento fuera uniforme, disponían de reguladores centrífugos que habrían o cerraban de forma automática la entrada de vapor a los cilindros. En muchos casos también se empleaban para el desagüe, elevando el agua en cubas de hasta 80@. Una máquina de vapor realizaba el trabajo de tres malacates, admitía mayores profundidades y facilitaba la descarga en la superficie.

La fuerza ejercida por los pistones se transmitían mediante el sistema de biela manivela a uno o a dos cigüeñales, o bien a excéntricas, que hacían girar los tambores del cable. Éste se enrollaba en sentido contrario en cada tambor, de forma que al subir un extremo el otro descendía. También contaba la máquina con un sistema de frenado, que actuaba sobre el volante de inercia acoplado al eje o sobre una rueda dispuesta expresamente para ello.

En 1889 había en el Distrito ochenta y cinco (85) máquinas de vapor fijas, además de veintiuna (21) locomóviles, empleadas en tareas de extracción. Sin embargo, hasta ahora no se había encontrado ninguna. En los trabajos de catalogación se han recogido setenta (70) restos con casa de máquina de extracción, en diferente estado y pertenecientes a distintas épocas y tecnologías.

Una vez que se produjo el hallazgo, la primera cuestión era decidir si debía permanecer en su emplazamiento o si, por el contrario, debía ser trasladada y convertida en un elemento expositivo en un futuro Centro de Interpretación. Dadas las condiciones de inaccesibilidad de la mina, los interese cinegéticos de las fincas que limitaban extremadamente el acceso y las pésimas condiciones de las construcciones, se decidió comenzar las gestiones para trasladar la máquina.

Tras realizar diferentes gestiones con el propietario de los restos y con distintas Instituciones, se acordó que el Ayuntamiento de Linares adquiriera la máquina y la cabria, trasladándolas a nuestra ciudad para instalarlas con finalidad expositiva. Ya durante los trabajos de desescombro varios miembros del Colectivo procedimos a la medición



Figura 5. Vista general de la Mina Santa Juana.



Figura 6. Máquina de vapor de extracción de doble cilindro horizontal, Mina Santa Juana.

e identificación de las distintas partes de la máquina, a realizar croquis de su disposición y de su anclaje, a determinar la unión de las piezas y a comprobar su estado y su posible ausencia, con el fin de que las operaciones de desmontaje se realicen de forma adecuada y para permitir su correcta instalación en el futuro emplazamiento.

Según la información recopilada y la opinión de otros expertos, parece que hemos encontrado la única máquina de vapor que se conserva de las construidas, como la caldera, en la Fundición La Constancia de Linares, en los primeros años del siglo XX.

BIBLIOGRAFÍA

- **Anónimo:** Estudio geológico industrial de los filones de galena de la Mesa granítica de Linares, provincia de Jaén. Linares 1877.
- **Barton, D.B.:** Cornwall's Engine Houses. Exeter. 1989.
- **Brown, Kenneth:** Exploring Cornish Mines. Truro. 1997.
- **Cabo, José:** Artículo de la Revista de Estudios Extremeños. Badajoz. 1995.
- **Drew, Gregory y Connell, John:** Cornish Beam Engines in South Australian Mines. Adelaide, 1993.
- **Henry Davies, E.:** Machinery for Metalliferous mines. London 1894.
- **Law, R.J.:** The Steam Engine. London 1990.
- **Lee Thomas, Joseph:** Notes of the Lead-Mining District of Linares. London 1857.
- **Mesa y Álvarez, Pedro de:** Memoria sobre la zona minera Linares-La Carolina. Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería. Madrid 1889-1890.
- **Rowe, Courtney:** Drawings of the Levant Whim. Journal of the Trevithick Society 21, 22 y 23.

El patrimonio geológico y geomorfológico en el enclave de las Salinas de Espartinas

A.J. Senderos* y D. Carvajal**
*I.E.S. Juan Carlos I (Ciempozuelos) / Dpto. Geodinámica. Fac. CC. Geológicas, U.C.M.
**Sociedad Española de Historia de la Arqueología.
seha@arrakis.es

RESUMEN

Las explotaciones salineras de la Cuenca de Madrid son enclaves de singular importancia para las investigaciones en diversos campos de la ciencia y poseen un alto potencial en el terreno de la difusión de la cultura.

Las Salinas de Espartinas (Ciempozuelos) presentan, desde una perspectiva geológica, los siguientes puntos de interés:

- Mineralógico. Las sales sódicas fueron descubiertas para la ciencia en la unidad salina de esta cuenca sedimentaria: la glauberita en Villarrubia de Santiago en 1807 y la thenardita en Espartinas en 1829. La halita o sal común ha sido explotada en esta salina desde la Prehistoria y la mirabilita o sal de glauber llamada por los antiguos "sal admirable", era conocida por sus propiedades purgantes. Todas ellas están presentes en Espartinas.
- Geomorfológico. En esta zona del bajo Jarama abundan los valles colgados, elemento morfológico definido en muy pocos lugares fuera del glaciarismo de montaña. También son frecuentes las formaciones de terrazas fluviales asimétricas que conforman la vega en esta zona.
- Estratigráfico. El registro estratigráfico Neógeno-Cuaternario presenta en la zona estructuras de indudable interés como son las afectadas por halocinesis o las que presentan procesos de karstificación.
- Procesos recientes. En los yacimientos arqueológicos asociados a explotaciones salineras se observan procesos recientes, fundamentalmente gravitacionales que en ocasiones enmascaran los yacimientos, si bien en otras zonas afloran costras salinas que indican la posible ubicación de las explotaciones. La aparición de materiales arqueológicos en los "cuellos de botella" de algunos valles es indicativo de la juventud de estas formaciones.

Palabras clave: Cuenca de Madrid, halita, halocinesis, Salinas de Espartinas.

ABSTRACT

The salt-mines of the South of the Community of Madrid have many points of interest: Mineralogical, because the sodium salts, apart from their abundance, were discovered in these sedimentary layers. Geomorphologic, due to the original structures associated to the Jarama valley. Stratigraphic, because of their interesting Neogene-Quaternary stratigraphic record. And also because the recent gravitational processes which are indicative, in many cases, of archaeological beds.

Key words: *Community of Madrid, Salinas de Espartinas, Saltmines.*

ORIGEN DE LOS MATERIALES SALINOS

Consideramos interesante mencionar las condiciones paleoclimáticas existentes en la Cuenca de Madrid durante el Mioceno, dado que es el origen de los materiales que conforman el complejo de las Salinas Espartinas. Criterios principalmente paleontológicos (*López-Martínez et al., 1987*) sugieren condiciones climáticas secas y cálidas para la mayor parte del Mioceno inferior y medio, con un sesgo hacia clima más húmedo y frío durante el *Vallesiense*. Durante el *Turoliense*, predominan facies lacustres de agua dulce, sugiriendo la existencia de condiciones climáti-

cas relativamente húmedas, hecho que, sin embargo, contrasta con el carácter cálido y seco indicado para el clima de la Península durante este período (figura 1).

El relleno mioceno de la cuenca se dispone esencialmente horizontal y ha sido dividido en tres grandes unidades tectonosedimentarias (figura 2): Inferior, Intermedia y Superior (*Junco y Calvo, 1983*). Los materiales correspondientes a las unidades Inferior e Intermedia se distribuyen según un esquema clásico de cuenca continental endorreica. Así se diferencian unas ***facies de borde*** formadas por sedimentos detríticos derivados de la erosión de los relieves próximos y que se depositaron mediante sistemas de abanicos aluviales. Estas facies pasan lateralmente a ***facies intermedias o de transición***, compuestas por sedimentos lutíticos y de precipitación química, las cuales enlazan, hacia el interior de la cuenca, con depósitos lacustres evaporíticos y carbonáticos que se corresponden con las facies centrales (*Rodríguez-Aranda y Calvo, 1997*).

Durante el intervalo de tiempo correspondiente al depósito de la Unidad Superior del Mioceno el esquema paleogeográfico se modifica y la sedimentación se realiza en un contexto fluviolacustre detrítico-carbonático (*Megías et al., 1983*). Finalmente, en el Plioceno, se establece un complejo sedimentario fluvial, desarrollándose la evolución de la cuenca bajo condiciones exorreicas y quedando los últimos depósitos neógenos fosilizados por una unidad de costras calcáreas de carácter edáfico (*Pérez González, 1982*).

En cuanto a los materiales cuaternarios, éstos quedan restringidos al trazado de los valles, principalmente del Jarama y sus tributarios (Manzanares, Tajuña, Henares), así como del propio Tajo (*Roquero et al., 1996*).

EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

Los depósitos y formas erosivas cuaternarias responden a sistemas de abanicos coalescentes que, procedentes

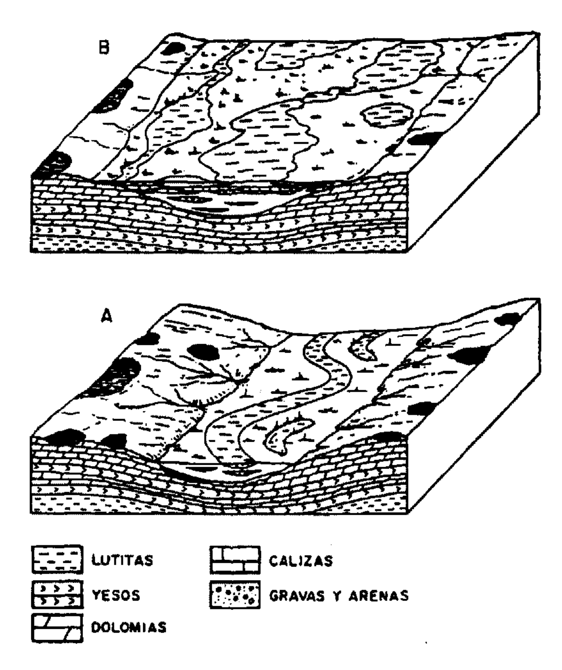


Figura 1. Esquema idealizado de la distribución de facies y su control paleomorfológico durante el depósito de la Unidad Superior del Mioceno (*Calvo et al., 1989*).

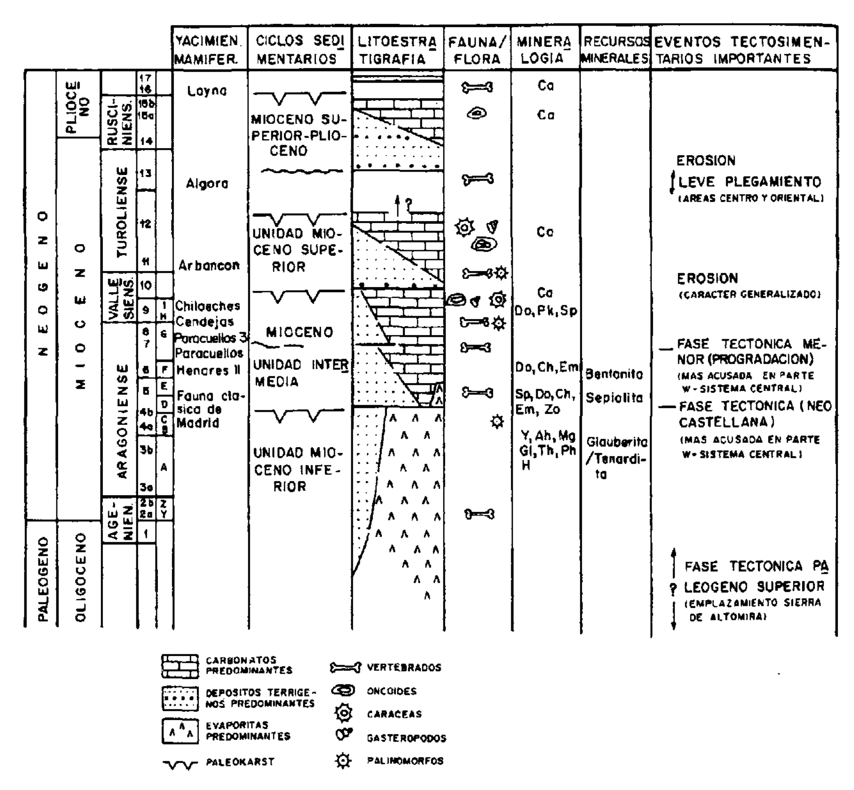


Figura 2. Cuadro litoestratigráfico del Neógeno de la Cuenca de Madrid. Ca: calcita, Do: dolomita, Pk: paligorskita, Sp: sepiolita, Ch: sílex, Em: esmectitas, Zo: ceolitas, Y: yeso, Ah: anhidrita, Mg: magnesita, Gl: glauberita, Th: thenardita, Ph: polihalita, Ha: halita. *(modificado de Calvo et al., 1989)*.

de los relieves limítrofes (Sistema Central y Montes de Toledo), pasan mediante complicados cambios laterales de facies a sistemas lacustres fundamentalmente evaporíticos. En esta zona las facies detríticas correspondientes a los abanicos aluviales están fundamentalmente compuestas por arenas arcósicas que pasan lateralmente a arcillas masivas o a arenas micáceas dependiendo de su procedencia de los Montes de Toledo o Sistema Central respectivamente.

Las facies químicas centrales predominantes son las de yesos cristalinos masivos, yesos tableados, margas yesíferas, intercalaciones de yesos y arcillas y niveles de calizas con nódulos de sílex, laminitas y diatomitas. Estos últimos niveles situados a techo de la unidad Intermedia y más resistentes a la erosión, dan lugar al desarrollo de pequeñas mesas estructurales y cerros testigos que se sitúan fundamentalmente en la divisoria que separa el Valle del Jarama del sistema Manzanares-Guatén, como son los cerros de Almodóvar, Los Ángeles, Batallones, Telégrafo, Sarnosa y las pequeñas mesas estructurales de Espartinas y Esquivias (*Roquero et al., 1996*).

Es a comienzos del Cuaternario cuando se instalan en la Cuenca los valles de los ríos más importantes, constituyendo el sistema Henares-Jarama-Tajo la arteria fluvial axial de la cuenca, a favor de la cual tuvieron lugar los procesos de disección más importantes. Actualmente el patrón de drenaje y los valles fluviales son sensiblemente diferentes al existente durante el inicio del Cuaternario. Este fue modificado por importantes fenómenos de captura por erosión remontante motivados por la actividad neotectónica y por la efectividad de las divisorias (superficies de erosión-sedimentación y relieves estructurales) cuando el nivel de base de todos estos sistemas fluviales se situaba unos 80 m por encima del actual (*Silva et al., 1988*).

El factor litoestructural ha influido en la evolución geomorfológica de la Cuenca de Madrid. Aparte del desarrollo, por erosión diferencial, de los pequeños relieves estructurales mencionados anteriormente, el predominio de facies yesíferas ha provocado el desarrollo de importantes procesos de karstificación y halocinesis. Más importante aún es el efecto "amplificador" de las deformaciones provocadas por la tectónica cuaternaria que imprimen las especiales características geológicas de las facies yesíferas miocenas, de especial impacto en la morfología actual de los valles fluviales. Este tipo de procesos ya vienen heredados de la evolución neógena de la Cuenca, durante la cual jugaron un papel decisivo en la localización de depocentros, relieves intracuencales y cambios laterales de facies (*Cañaveras et al., 1996*). Durante el Cuaternario, la combinación de la actividad neotectónica con procesos kársticos y/o halocinéticos dio lugar a la formación de grandes alineaciones morfoestructurales que controlan la geomorfología fluvial, como son los escarpes en yesos que enmarcan los valles fluviales. Éstos coinciden con discontinuidades tectónicas detectadas en el basamento de la cuenca por gravimetría y pueden definirse como modestos frentes montañosos de falla con desniveles que llegan a superar los 30 m de altura (*Silva et al., 1988*). En la actualidad su morfología original está enmascarada por procesos de ladera, presentando importantes acumulaciones de derrubios a su pie. Sólo en aquellos lugares donde la erosión lateral de los cauces fluviales ha removilizado parcialmente las acumulaciones de derrubios, como en La Marañosa y Titulcia, se pueden observar los antiguos escarpes originales aunque modificados por la acción fluvial. En cualquier caso, formas tectónicas tales como Facetas Triangulares, Valles Colgados, Valles en Cuello de Botella, etc., asociados a estos escarpes en yesos delatan su origen tectónico (*Roquero et al., 1996*).

Un dato importante es que las deformaciones tectónicas cuaternarias, e incluso neógenas, presentes en la Cuenca de Madrid son especialmente evidentes en las zonas ocupadas por las facies evaporíticas y por tanto es necesario tener en cuenta ese "efecto amplificador" de las deformaciones que imprimen este tipo de materiales. Fuera de estas facies, las citas de deformaciones tectónicas se ciñen a las zonas limítrofes, estando ausentes en las facies arcósicas donde por la propia naturaleza de los sedimentos son difíciles de observar (*Roquero et al., 1996*).

PROCESOS RECIENTES

En gran parte de las zonas donde se han encontrado restos de interés arqueológico asociados a posibles explotaciones salineras se observan procesos recientes, fundamentalmente procesos gravitacionales que si bien están enmascarando en gran medida algunos yacimientos interesantes, en otras zonas afloran costras salinas que nos indican la posible ubicación de las explotaciones.

Los procesos gravitacionales, observados sobre los taludes de las terrazas de los ríos Tajuña y Jarama, son fundamentalmente desprendimientos, como en los enclaves conocidos como *Las Salinillas, El Salobral y Los Porches de Sotomayor*, y deslizamientos, como en *Sotomayor*. En todos ellos el afloramiento de los niveles freáticos atraviesa los materiales desprendidos dando lugar al afloramiento de las costras salinas que, en definitiva, son un buen indicador de la situación de las posibles explotaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- **Calvo, J.P., Ordóñez, S., García del Cura, M.A., Hoyos, M., Alonso-Zarza, A.M., Sanz, E. y Rodríguez-Aranda, J.P. (1989):** *Sedimentología de los complejos lacustres miocenos de la Cuenca de Madrid.* Acta Geológica Hispánica, V. 24, nº 3-4, pp. 281-298.
- **Cañaveras, J.C., Calvo, J.P., Hoyos, M. y Ordóñez, S. (1996):** *Paleomophologic features of an Intra-Vallesian Paleokarst, Tertiary Madrid Basin: significance of paleokarstic surface in continental basin analysis.* Tertiary Basins of Spain (P. Friend & C.J. Cabrio Eds.). Cambridge University Press. pp: 278-284.

- **Junco, F. y Calvo, J.P. (1983):** *Cuenca de Madrid.* Libro Jubilar J.M. Ríos. Instituto Geológico Minero de España. Vol. 2, pp: 534-543.
- **López-Martínez, N., Agustí, J., Cabrera, L., Calvo, J.P., Civis, J., Corrochano, A., Daams, R., Díaz, M., Elizaga, E., Hoyos, M., Martínez, J., Morales, J., Portero, M., Robles, F., Santisteban, C. y Torres, T. (1987):** *Approach to the spanish continental neogene. Sysnthesis and palaeoclimatic interpretation.* Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici, 70, pp. 383-391.
- **Megías, A.G., Ordóñez, S. y Calvo, J.P. (1983):** *Nuevas aportaciones al conocimiento geológico de la Cuenca de Madrid.* Revista de Materiales y Procesos Geológicos, 1, pp: 163-193.
- **Pérez González, A. (1982):** *Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo.* Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 787 pp.
- **Rodríguez-Aranda, J.P. y Calvo, J.P. (1997):** *Desarrollo de Paleokarstificación en facies yesíferas del Mioceno de la Cuenca de Madrid. Implicaciones en el análisis evolutivo de sucesiones lacustres evaporíticas.* Boletín Geológico y Minero, Vol. 108-4, pp: 377-392.
- **Roquero, E., Silva, P.G. y Bardají, T. (1996):** *Evolución Goemorfológica de los Valles del Sector Centro-Meridional de la Cuenca de Madrid.* Itinerarios Geológicos desde Alcalá. pp: 99-119.
- **Silva, P.G., Goy, J.L. y Zazo, C. (1988):** *Neotectónica del Sector Centro-Meridional de la Cuenca de Madrid.* Estudios Geológicos, 44, pp: 415-427.

El trabajo de explotación del granito en la Sierra Norte: por una recuperación de la cultura patrimonial de la piedra

E. Ballesteros*, P. Candela*, A. Lahera y M.ªJ. Diaz****
*Universidad Politécnica de Madrid.
p.candela@wanadoo.es
**Universidad Complutense de Madrid.
alaheras@cps.ucm.es

RESUMEN

En el entorno de la Sierra de Guadarrama se encuentra una de las áreas de explotación de canteras de granito y pórfido más importantes de la Comunidad de Madrid. Colmenar Viejo, Collado-Villalba, Moralzarzal, Alpedrete, Hoyo de Manzanares, El Berrueco, Bustarviejo, han sido hasta hace muy poco tiempo, enclaves estratégicos de extracción de este tipo de piedra a gran escala, un material constructivo que, en sus múltiples y variadas modalidades, ha venido abasteciendo las necesidades del crecimiento urbanístico de la Capital, contribuyendo, en buena medida, a la modernización regional. El objetivo de esa comunicación es presentar algunas de las aportaciones del Inventario del Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid (IPICAM) relacionadas con la explotación de la piedra como una de las actividades más característica de la Sierra Norte. Una actividad que, como veremos, ha dejado múltiples y diseminadas huellas en algunos pueblos serranos identificados profundamente con una *cultura del trabajo de la piedra* en vías de extinción. Nuestra investigación a lo largo del último año 2003 (IPICAM 4ª Fase), ha profundizado en el estudio de la cantería serrana destacando sobre todo su interés como objeto de estudio con un gran poder evocador de la memoria del trabajo local.

Palabras clave: cantería, granito, industria de la piedra, memoria del trabajo, patrimonio industrial, piedra berroqueña, Sierra de Guadarrama.

ABSTRACT

In the surroundings of the Sierra de Guadarrama *mountains is located one of the most important areas for the operation of quarries of granite and porphyry at the Spanish central region of Madrid. Villages and towns like Colmenar Viejo, Collado-Villalba, Moralzarzal, Alpedrete, Hoyo de Manzanares, El Berrueco and Bustarviejo have been until recently strategic locations for the extraction of this type of stone at great scale, a building material that, in its manifold and varied modalities, has supplied the necessities for the city-planning growth of Madrid capital, contributing intensely to the regional modernization as well. The objective of this academic paper is to introduce some of the research results of the* Inventory of the Industrial Heritage of the Region of Madrid (IPICAM-Inventario del Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid) *related to the operation of the stone like one of the most characteristic activities of the* Sierra Norte *area (north Madrid mountains). An activity that, as we shall see, has left multiple and scattered tracks and vestiges in some 'serrano' villages strongly identified with a culture of the work of the stone that is on the way to extinction.*

Our investigation throughout last year 2003 (IPICAM 4ª Phase) has deepened in the study of stonecutting (cantería), *emphasizing its interest as object of study with a great evocative power about the memory of the local work.*

Key words: *'berroqueña' stone, granite, industrial heritage, industry of the stone, memory of work, Sierra de Guadarrama mountains, stonecutting.*

PRESENTACIÓN

En el entorno de la Sierra de Guadarrama se encuentra una de las áreas de explotación de canteras de granito y

pórfido más importantes de la Comunidad de Madrid. Colmenar Viejo, Collado-Villalba, Moralzarzal, Alpedrete, Hoyo de Manzanares, El Berrueco, Bustarviejo, han sido hasta hace muy poco tiempo, enclaves estratégicos de extracción de este tipo de piedra a gran escala, un material constructivo que, en sus múltiples y variadas modalidades, ha venido abasteciendo las necesidades del crecimiento urbanístico de la Capital, contribuyendo, en buena medida, a la modernización regional.

El objetivo de esa comunicación es presentar algunas de las aportaciones del Inventario del Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid (IPICAM) relacionadas con la explotación de la piedra como una de las actividades más característica de la Sierra Norte. Una actividad que, como veremos, ha dejado múltiples y diseminadas huellas en algunos pueblos serranos identificados profundamente con una *cultura del trabajo de la piedra* en vías de extinción.

Nuestra investigación a lo largo del último año 2003 (IPICAM 4ª Fase), ha profundizado en el estudio de la cantería serrana destacando sobre todo su interés como objeto de estudio con un gran poder evocador de la memoria del trabajo local. En este sentido, no hemos querido limitarnos a hacer un censo exhaustivo de todas las canteras sino recoger las más significativas y representativas de la zona (23 en total), ilustrando la modalidad de las actividades ligadas a esta industria, así como los problemas sociales y humanos relacionados con ella[1].

LAS CANTERAS COMO ESCENARIOS PRODUCTIVOS

La explotación tradicional de la piedra y sus diferentes formas de trabajo, aparecen así como una problemática de estudio específica vinculada, en nuestro caso, a una especialización productiva en granito (y caliza) que fue una pauta compartida por las economías locales de los pueblos serranos estudiados. Entendemos la cantería como un entramado productivo completo, es decir, que recorre el trabajo de extracción, labrado, transporte y comercialización de la piedra dejando profundas huellas en la memoria y en el territorio de los municipios estudiados.

Es bien conocida la abundante presencia de yacimientos de piedra granítica en las estribaciones del Guadarrama[2]. La variedad, en esta zona, es la de grano medio y color gris, comúnmente conocida como *piedra berroqueña*. La presencia de concentraciones de feldespato formando nudos o manchas negras a las que los canteros denominan *gabarros* o *negrones*, es una especificidad de la zona que, además de acrecentar la dificultad de labra, desvalorizan la calidad de la piedra.

La amplitud geográfica del terreno estudiado abarca dos subzonas específicas de la Sierra, por un lado, el entorno noroccidental que forman los pueblos ya mencionados de Collado-Villalba, Alpedrete, Moralzarzal, etc. y, por otro, el conjunto de municipios situados en el cuadrante nororiental, Redueña, Venturada, El Vellón..., ejemplares de la extracción de piedra caliza, material que, aunque de menor resistencia, se aprovecharía con profusión en las numerosas obras de fábricas ejecutadas por el Canal de Isabel II desde que, en 1851, comenzara la larga aventura de canalización de las aguas del Lozoya.

[1] Remitimos a la *Memoria Final de Resultados*. IPICAM, 4º fase (2003). Para más detalles sobre la naturaleza de nuestro Inventario, véase el avance de la zona del sudeste publicado en: P. Candela, J. J. Castillo y M. López García (2002): *Arqueología Industrial en Madrid: la memoria del trabajo y el patrimonio industrial del sudeste madrileño, 1905-1950*. Madrid, Ed. Doce Calles, Comunidad de Madrid.

[2] "Uno de los tres grandes macizos graníticos de la provincia" como destacaría a mediados del siglo XIX Casiano Del Prado (*Descripción física y geológica de la provincia de Madrid* [1864]. Madrid, Ed. Facsimil del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1975). Entre otras aportaciones consultadas, véanse: J. Pérez Regodón (1970): *Guía geológica, hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid*, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España; M. Valenzuela Rubio (1975): "La Cantería de la Sierra de Guadarrama. Una Actividad extractiva de influencia urbana", en *Estudios Geográficos*, núm. 140-141, agosto-noviembre, pp. 1077-1112; J. D. Centeno Carrillo (1987): *Morfología granítica de un sector del Guadarrama Oriental (Sistema Central Español)*, Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid y el *Libro Blanco de la Minería en la Comunidad de Madrid*, Instituto Tecnológico Geominero de España (1995).

Centraremos nuestra atención en la primera zona, explorando algunos pueblos donde el trabajo del granito ha sido predominante y esencial en la configuración de uno de los enclaves más representativos del sector. Un sector que evolucionó de una actividad fragmentada y artesanal a otra con sistemas de trabajo industrial impuestos por el incremento de la demanda de materiales de construcción que, en nuestro caso, se mantuvo hasta finales de los años 1970. Porque el estimulo real de la cantería serrana, *una actividad extractiva de influencia urbana* -como la definiera Valenzuela Rubio en su ya clásico artículo publicado en *Estudios Geográficos*[3]-, está estrechamente ligado a la mejora de las vías de comunicación (pavimentos, bordillos, adoquines...), a la construcción del ferrocarril (balastro, sillares para obras de fábrica...), además del desarrollo urbanístico y constructivo de Madrid.

TRABAJO Y ORGANIZACIÓN EN LA CANTERÍA SERRANA

A mediados del siglo XIX, las indagaciones de Madoz, entre otros cualificados testigos de época, destacaban la antigua tradición extractiva y de transformación de granito existente en los pueblos de Alpedrete, Collado Mediano, Collado Villalba, Hoyo de Manzanares y Moralzarzal[4].

En 1905, la *Memoria acerca del estado de la Industria en Madrid*, insistía en el carácter antiguo de la explotación de granito en la Sierra, describiendo algunos detalles de los trabajos que implicaba:

> "(...) *Los sacadores trabajan por parejas, sin sujeción a otra regla que su interés y conveniencia, y sin emplear otras herramientas que las de mano. Venden el producto a los maestros canteros de Madrid para edificaciones, aceras y empedrado. La piedra la cobran a una peseta el pie cúbico de la buena; a 0,30 céntimos de la regular, y a 10 pesetas el ciento de pedruscos para el empedrado. Los sacadores cobran en Madrid por quincenas el valor de la piedra extraída*".

Entre otras informaciones, también se recogía el número de obreros ocupados por municipio[5], datos aproximados dada la enorme dificultad de contabilizar una mano de obra, en su mayoría, autónoma y pluriactiva que compatibilizaba la cantería con la labranza, la ganadería, la herrería o la arriería.

Por estas fechas, también la *Estadística Minera y Metalúrgica de España* (*E.M.M.E.*), puso en evidencia la precariedad laboral que padecían los canteros serranos (de Alpedrete, Villalba, Collado Mediano, Becerril de la Sierra, Colmenar Viejo, etc.) trabajando con intermitencia, a cielo abierto, sin sociedades explotadoras, por cuadrillas compuestas por obreros de diversos pueblos, siendo el destino principal la construcción y pavimentación[6].

En efecto, hasta el primer tercio del siglo XX, en los pueblos canteros de Guadarrama predominaba un tipo de organización preindustrial basada en cuadrillas de obreros, con vínculos de parentesco frecuentemente, a los que se incorporaban sucesivamente los descendientes varones de las familias locales. Esta fue la pauta general en los pueblos estudiados aunque existieron excepciones como la de Collado Mediano que conoció tempranamente una empresa de explotación industrial, la "Cantera del ferrocarril", propiedad de la antigua compañía Caminos de Hierro del Norte de España. Activa desde finales del siglo XIX, en 1905 ocupaba a más de un centenar de obreros que producían balasto para el asiento de la vía. Los vecinos de Collado Mediano la denominaban "la trinchera" por las dimensiones que llegaron a alcanzar las labores de extracción. En la actualidad se encuentra cubierta de escombros.

[3] Una referencia fundamental para el estudio y reconstrucción de los escenarios canteros de la provincia.

[4] P. Madoz: *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*, [1848]. Madrid, Reedición facsímil de la Comunidad de Madrid, Ed. Giner, 1981.

[5] 30 en Moralzarzal, 125 en Alpedrete, 101 en Collado Mediano y 44 en Collado Villaba. Ministerio de Fomento (1907): *Memoria acerca del Estado de la Industria en la Provincia de Madrid en el año 1905*, Madrid, Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio., pp. 52-53.

[6] A partir de 1911, la E.M.M.E. daría cumplida cuenta de la destacada producción de granito registrada en pueblos como Becerril, Cerceda, Mataelpino, Moralzarzal, Alpedrete...

El auge de la actividad extractiva en nuestra zona de estudio, tuvo mucho que ver con la sólida posición alcanzada por la "*Sociedad de sacadores de piedra y carreteros de Alpedrete*" y la de "*Sacadores, carreteros y canteros de la Sierra*" en la negociación de las condiciones de abastecimiento al mercado madrileño, principal demandante de granito. Esta antigua organización obrera *(quizás la más antigua de España,* en palabras del redactor de la *Estadística Minera*), defensora de los intereses de los canteros, se fue imponiendo a los abastecedores de Madrid, monopolizando el negocio de la piedra granítica, es decir, fijando los precios de arranque, desbastado y transporte tanto en las piedras de uso corriente como en las piezas de dimensiones y formas especiales también demandadas. La Sociedad negociaba directamente con 4 o 5 abastecedores que eran los que recibían la piedra en la estación de Villalba y se responsabilizaban de entregarla en Madrid. El pedido era recogido por los Presidentes de las Sociedades y de acuerdo con las Comisiones de la Sierra, inspeccionaban y vigilaban la forma de repartirlos entre los asociados que no podían alterar los precios de la saca y porte de la piedra, establecido previamente. Por estas fechas, se destacaba la importancia de la explotación en su conjunto, no tanto la producción aislada de cada tajo, si no las numerosas canteras abiertas y el tonelaje alcanzado por las diferentes clases consumidas que fue para 1911 de 37.613 toneladas (25.179 de adoquines, 2.329 de losas y 10.105 de sillería)[7]. Al menos 700 personas, según cifras oficiales, trabajaban a destajo en estas explotaciones, lo que nos muestra el peso que estos trabajos representaban en las economías locales de algunos pueblos serranos.

Aunque a lo largo de las primeras dècadas del siglo XX, el sector de la construcción madrileño aparecía como un mercado seguro y en progresivo ascenso, una fuerte competencia empresarial se hizo notar en los principales pueblos serranos productores de granito. La escena tradicional (artesana!) de la pequeña cantera, se fue ampliando a la explotación industrial a gran escala de la mano de firmas particulares que vinculadas a empresas contratistas de Madrid, consiguen acaparar el mercado eliminando "la dependencia respecto a los canteros locales". La Sociedad de Pavimentos y Construcciones Civiles que explota desde 1916 las canteras de Zarzalejo, empleando a cien trabajadores en las labores de saca, fragua y carpintería, es un ejemplo de los cambios introducidos en la estructura productiva del ramo[8].

El proceso de trabajo de la cantería se limitaba, en nuestro caso, a la extracción y desdoblamiento de la piedra y sólo de forma marginal se trabajaba la labra del granito.

El primer paso, en palabras de los conocedores del oficio, era la localización de los *buenos* yacimientos, no todo el granito existente se consideraba apropiado para la explotación industrial. Encontrar los mejores bloques y saber desbrozarlos era una de las decisiones más arriesgadas que tomaban los canteros e implicaba un conocimiento de la piedra y de sus características esenciales (sentido, dureza, etc.).

La gestión del derecho de explotación es un tema clave para entender uno de los rasgos específicos de la actividad. La mayoría de los canteros no fueron nunca propietarios del terreno en el que trabajaban, estando obligados a negociar concesiones públicas o privadas. En Moralzarzal, por ejemplo, la mayor parte de las canteras se situaba en terrenos comunales, emplazamientos todavía existentes, como las "Canteras del Valle", las "de Robledo", "de Matarrubia" y las "Canteras de las Dehesas", la nueva y la vieja. Cada año, tras previo anuncio, estos terrenos eran subastados públicamente adjudicándose el arrendamiento mediante contratos anuales o plurianuales[9]. En el caso de que la explotación se gestionara en una superficie privada se establecía entre los canteros y el propietario un porcentaje variable sobre el producto obtenido en un año natural.

[7] *E.M.M.E.*, 1911, pág. 314.

[8] Es este uno de los tres ejemplos que menciona Valenzuela (1975) siguiendo la información aportada por la *Estadística Minera*. En concreto, la visita a las canteras de Zarzalejo se describe en la Memoria del año 1916 (*E.M.M.E.*, 1916, pág. 302).

[9] Cada candidato depositaba en sobre cerrado su propuesta y era el consistorio quien adjudicaba el terreno al mejor postor, el cual estaba obligado a efectuar una fianza del 10 por ciento, comprometiéndose a completar el pago en cuatro plazos. Fondo Histórico del Archivo Municipal de Moralzarzal, caja 203.

La labor de extracción, marcaba el comienzo de la actividad industrial propiamente dicha. Para los afloramientos naturales el proceso de trabajo se iniciaba con la corta sucesiva de la piedra. En el caso de que la explotación obligara a extraer los bloques de formaciones geológicas se requería el uso de dinamita para arrancarlos, efectuando posteriormente la transformación en productos para el mercado.

Tras el desprendimiento de la piedra, se procedía a la carga y descarga de bloques grandes para su primera transformación. La selección y la corta se llevaba a cabo en las inmediaciones de la cantera, lo que en ocasiones representaba el acarreo de enormes bloques de material. En esta fase los obreros utilizaban unas vigas alargadas de metal denominadas *barra* y *barrón* que, utilizaban como palancas para mover las piedras.

Seguidamente, se llevaba a cabo el desdoblamiento o la cuadratura de los bloques, tarea que exigía partir en dos cada bloque en igual dimensión, pudiéndose realizar de forma manual o mecanizada. El procedimiento manual requiere marcar la línea de corte (normalmente con una teja), a continuación hacer una guía o surco, valiéndose de la *uñeta* y repasar con *punteros* (boto y fino), profundizando con las *acodaderas* (bota y fina). Finalmente, el trabajador inserta(ba) las *cuñeras* para golpearlas de forma secuenciada, un golpe cada vez (2 ó 3) hasta que la piedra parte por presión.

La mecanización del trabajo llegó con el *compresor*, un motor de aire comprimido al que se podía adaptar toda la herramienta tradicional excepto las *mazas* y *macetas*. Esta primera innovación representó una mejora en las condiciones de trabajo suavizando sensiblemente el esfuerzo físico requerido, aunque su elevado coste, asumido comúnmente de forma individual, implicaba la descapitalización del cantero. La estrategia dominante en la zona estudiada fue la adquisición colectiva de compresores[10].

Como buen trabajador de oficio, cada cantero era (es) propietario de la herramienta con la que trabajaba y se esforzaba celosamente para mantenerla en las más óptimas condiciones[11]. La importancia de la puesta a punto del utillaje del cantero, explica, en parte, la presencia y función primordiales de las fraguas en estos pueblos de la Sierra. Como hemos visto, en los procesos de arranque y transformación de la piedra se empleaba herramienta metálica, produciéndose un constante desgaste por la contundencia de las colisiones. Los herreros adaptaban su oficio a las características del desarrollo de la zona, satisfacían las demandas de herramientas para la cantería, fabricaban y reparan los útiles y aperos necesarios para las tareas del laboreo agrícola, al tiempo que atendían la ganadería, herrando a las bestias en los emblemáticos "potros".

Aunque las fraguas se integraban en las casas como instalaciones auxiliares, en los pueblos canteros del Guadarrama se desplazaba habitualmente a las inmediaciones de las canteras, convirtiéndose en actividades subsidiarias, tal y como muestran algunos de los escenarios recorridos por el IPICAM en los términos de Alpedrete (Canteras de granito de "La Dehesa"), Collado Mediano (Canteras de granido "Los Canchales"), Hoyo de Manzanares (Canteras de La Praderuela) y Moralzarzal (Canteras de "El Berrocal")[12].

El trabajo de transformación de bloques, incluía un conjunto de operaciones que permitía dar la forma y el tamaño definitivos a los productos, tareas como, la eliminación del sobrante, allanamiento y alisado. Los tipos de piezas producidos eran muy variables en relación a sus dimensiones, formas y aplicaciones, destacándose la sillera y los adoquines como los productos más demandados. Existía una serie de formatos estandarizados como la sillería, mampostería, peldaños, bordillos, adoquines, lanchas, vallas, tapias, que se combinaban con trabajos por encargo: chimeneas, lápidas y diversas piezas de ornamentación funeraria y civil. Además, entre los servicios más comunes del arte de cantería, no podemos olvidas el repaso en el labrado de las piedras de los molinos harineros, tan frecuentes en nuestra región.

[10] A principios de 1970, Antonio Bernáez y otros 4 canteros de Collado Mediano, compraron su primer compresor (marca Samur) por unas 240.000 pesetas que pagaron a plazos. Duró 25 años y requirió la adquisición de una herramienta adaptada.

[11] Un aspecto revelador de la enraizada cultura e identidad que caracteriza al trabajador de la piedra. Véase el GLOSARIO DE HERRAMIENTAS fabricado a lo largo de la investigación. Documento de Trabajo. IPICAM, 2003- 4ª fase.

[12] Véanse las Fichas de Inventario correspondientes y la *Memoria Final de Resultados*. IPICAM, 4° fase (2003).

Elaborada y lista la producción, su comercialización y transporte completaban la última fase del ciclo productivo.

Jimeno Salvatierra, uno de nuestros *informantes privilegiados*, recuerda como hasta bien entrado el siglo veinte existían dos intermediarios a lo largo de este proceso: los carreteros que recogían el material en la cantera y lo transportaban con sus carretas de bueyes hasta el ferrocarril, y los contratistas, que compraban la piedra a los carreteros a pie de tren.

Como sistema tradicional de transporte del mineral a la Corte, la carretería fue una actividad muy vinculada a la industria extractiva. Con el paso del tiempo, el negocio se mantuvo para transportar el material desde las canteras a la estación[13]. Normalmente, el coste de los carros corría a cargo de los dueños de las canteras que en 1911, por ejemplo, abonaban unos portes de 0,25 ptas. por pie cúbico de sillería y encintado; 0,25 pts. por pie lineal de losa y 4,50 ptas., por cien adoquines. Los portes por ferrocarril de Villalba a Madrid representaban: el vagón de 10.000 kilogramos, 42,10 ptas. y de El Berrocal a Madrid, 50,50 ptas[14].

La construcción y expansión del ferrocarril en la segunda mitad del novecientos, beneficiaría enormemente el transporte de piedra hasta Madrid aprovechando, para ello, los trazados industriales conectados con esta zona de influencia. En 1883 surgió la primera infraestructura de estas características: la línea del ferrocarril minero: Villalba-El Berrocal. La Compañía Caminos de Hierro del Norte de España fue quien compró los derechos de concesión a su primer beneficiario y terminó su construcción con el doble objetivo de proveerse de suministro de balastro de granito (contaba con explotación propia en Collado-Villalba) y de explotar comercialmente el transporte de piedra de las numerosas canteras ubicadas en El Berrocal[15].

El aumento de la demanda de la construcción, entre 1945 y 1960 -en plena ejecución de grandes obras como el Hospital Clínico, el Ministerio del Aire, Nuevos Ministerios o Cuelga Muros-, provocó que se polarizara la comercialización y el transporte de la piedra. Fueron, entonces, los contratistas en exclusiva, quienes buscaron acuerdos de larga duración con los canteros, ocupándose ellos mismos de transportar los productos contratados.

El carácter temporal, inestable y precario que imponía la propia naturaleza del trabajo de la piedra, la dureza física que representaba las prolongadas jornadas en el tajo, el ir y venir con la pesada herramienta a cuesta..., el predominio de una estructura productiva dispersa y atomizada, con un modesto avance técnico, junto a la excesiva dependencia de un mercado con grandes oscilaciones de demanda, fueron, entre otros factores, los que acompañaron a la progresiva decadencia de la cantería y a la desaparición de oficios y técnicas artesanales derivadas de dicha actividad.

La industria de la piedra, constituida en toda su complejidad como en una de las señas de identidad de los pueblos del Guadarrama, ha dejado profundas huellas en el paisaje serrano, escenarios de trabajo reconocibles no sólo por los huecos hurtados al terreno sino, también, por las trazas de construcción auxiliares, magníficos iglúes de piedra que construyeron los propios canteros como talleres, almacenes para guardas sus herramientas o guarecerse del frío. En definitiva, una memoria encarnada en bellos paisajes y escenarios dotados de un alto valor paisajístico y medioambiental que merecen una adecuada y conjunta puesta en valor.

[13] En 1921, funcionaban en Moralzarzal al menos 21 carros declarados por los vecinos. En 1933 habían aumentado a 34, doce de caballerías y el resto de vacas Fondo Histórico. Archivo Municipal de Moralzarzal, caja 117.

[14] *E.M.M.E.*, 1911, pág.314.

[15] Véase para más detalle *Memoria Final de Resultados*. IPICAM, 4º fase (2003).

Declaración de Bien de Interés Cultural en la categoría de Sitio Histórico de la cuenca minera de Tharsis y La Zarza en Huelva

E.M. Romero Macías*, J.A. Pérez Macías y J.M. Pérez López*****
*Escuela Politécnica Superior. Universidad de Huelva.
romaci@uhu.es
**Facultad de Humanidades. Universidad de Huelva.
japerez@uhu.es
***Archivo Fundación Riotinto.
archicohistoricoriotinto@telefonica.net

RESUMEN

El Patrimonio Industrial está constituido por los bienes muebles e inmuebles generados, en el transcurso histórico, por las actividades extractivas y productoras del hombre. Estos bienes patrimoniales se insertan en un paisaje o entorno determinado que también ha de ser objeto de protección debido a que la industria es una consecuencia directa del uso que la sociedad hace del medio natural.

En la década de los 70, es el momento de las reconversiones, el objetivo prioritario es la conservación y se plantea que es lo que hay que hacer tanto con el patrimonio como con el excedente humano que generan las áreas en crisis (Museos técnicos y científicos). El Patrimonio Industrial deja de ser una rémora para las administraciones y se convierte en un instrumento de desarrollo local. Patrimonio "cultural", tanto histórico como industrial, y tanto material como inmaterial pasan a formar el eje central de grandes proyectos turísticos (Parque Minero de Riotinto, Museo del Carbón en Asturias, Museo de la Ciencia y de la Técnica en Cataluña, Museo del Ferrocarril en Gijón, etc.).

Palabras clave: BIC, Patrimonio Cultural, Patrimonio Histórico-Minero, Tharsis.

ABSTRACT

The Industrial Heritage is constituted by generated personal and immovable property, in the historical course, by the extractive and producing activities of the man. These properties inherited from parents are inserted in a landscape or certain surroundings that also has to be protection object because the industry is a direct consequence of the use that the society does of natural means.

In the decade of the 70, it is the moment of the reconversions, the high-priority objective is the conservation and it considers that it is what there is to do so much with the patrimony as with the excessive human that generate the areas in crisis (technical and scientific Museums). The Industrial Heritage stops being a remora for the administrations and it become an instrument of local development. Cultural Heritage, as much historical as industrialist, and as much material as immaterial happens to form the central axis of great tourist projects (Mining Park of Riotinto, Museum of the Coal in Asturias, Museum of Science and the Technique in Catalonia, Museum of the Railroad in Gijón, etc.).

Key words: *BIC, Cultural Heritage, Historical-Mining Heritage, Tharsis.*

INTRODUCCIÓN

La inscripción realizada en el CGPHA (Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz) con carácter genérico colectivo de los muebles e inmuebles de las *Compañías de Cobre y Azufre de Tharsis, S.L. y la Sociedad*

Francesa de Piritas de Huelva, en la actualidad denominadas *Nueva Tharsis S.A.L. y Piritas de Huelva S.A.L.*, ha dado lugar a la aprobación y elaboración de la documentación técnica para la declaración como Bien de Interés Cultural, en la categoría de Sitio Histórico de los bienes de dichas compañías, más concretamente los ubicados en Tharsis, La Zarza y Lagunazo. Esta inscripción en el CGPHA fue justificada considerando una serie de valores de diversa índole y que se pueden resumir en los siguientes:

- La imperiosa necesidad de incluir en dicho catálogo los bienes muebles e inmuebles, que debido a su naturaleza histórica, han llegado a formar parte de los distintos procesos productivos que se generaron durante los siglos XIX y XX en Andalucía y más en concreto en la provincia de Huelva.
- Del mismo modo que se inscribió el Muelle Cargadero de la Compañía Española de Minas de Tharsis, S.L., en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, por Orden de 14 de octubre de 1997, por parte de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, se entendió que estos bienes constituyen unos elementos simbólicos por su vinculación con la historia reciente y es un exponente claro de la evolución económica, social y cultural de la provincia de Huelva.
- Técnicamente ha sido considerado que todos los elementos constituyeron una buena muestra del avance tecnológico de la época en el diseño y en materia de ingeniería durante los siglos XIX y XX en Europa, así como en la industria minera, por lo que aglutinan una serie de elementos especializados y singulares dentro del ámbito de desarrollo minero-industrial en la provincia de Huelva.

Todo esto ha estado apoyado no tanto por la necesidad como por la urgencia de salvaguardar los bienes muebles e inmuebles de esta zona, debido a la existencia de elementos sujetos a la venta de posibles compradores del mercado de la chatarra, que pueden dar al trate con los mismos, que por su naturaleza histórica en el desarrollo de la comarca, no debieran quedar fuera de lo que en un momento pudiera ser la creación de un futuro Museo Minero-Industrial a semejanza del actual de la Fundación Riotinto en la Comarca de dicho nombre.

JUSTIFICACIÓN DE LA DECLARACIÓN DEL NÚCLEO COMO CONJUNTO HISTÓRICO

A) El artículo 13.27 de la Ley Orgánica 6/1981, de 30 de diciembre, del Estatuto de Autonomía para Andalucía, establece la competencia exclusiva de la Comunidad Autónoma en materia de patrimonio histórico, artístico, monumental, arqueológico y científico y el artículo 6.a) de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, determina que se entenderán como organismos competentes para la ejecución de la Ley los que en cada Comunidad Autónoma tengan a su cargo la protección del patrimonio histórico.

Asimismo, el artículo 2 del Decreto 4/1993, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Organización Administrativa del Patrimonio Histórico de Andalucía, atribuye a la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía la competencia en la formulación, seguimiento y ejecución de la política andaluza de bienes culturales, referida a la tutela, enriquecimiento y difusión del Patrimonio Histórico Andaluz, siendo, de acuerdo con su artículo 3.3, el titular de la Consejería de Cultura el órgano competente para proponer al Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía la declaración de bienes de interés cultural y competiendo, según el artículo 1.1 del citado Reglamento, a este último dicha declaración.

B) El sitio histórico de Tharsis, La Zarza, Alosno, constituye otro de los exponentes para comprender y conocer la evolución histórica de las explotaciones mineras a través de distintas sociedades en el suroeste europeo. Este territorio encierra en sí mismo importantes recursos patrimoniales que pueden ser claves para el conocimiento de la diversidad cultural que ha caracterizado a las sucesivas sociedades mineras, desde puntos de vista tan diversos como económico, tecnológico, político, social, comercial y de la interacción entre hombre-medio en cuanto a lo que ha supuesto el aprovechamiento de los recursos mineros en este foco onubense, así como para entender la trayectoria histórica del propio territorio que hoy conforma la provincia de Huelva.

La cronología que abarca la identidad del Sitio Histórico se sitúa entre la época prehistórica, concretamente desde al menos el III Milenio, entre el 3000 y 2500 antes de nuestra era, y la actualidad, destacando como un territorio de explotación a lo largo de distintas etapas históricas, con intervalos o períodos de tiempo en los que la ausencia total o casi total de explotación minera ha coincidido con un mayor despoblamiento, elemento que se añade a otros factores que reflejan la importancia y vinculación de la minería a las formas de vida de las sociedades explotadoras de este territorio.

Esta actividad minera se ha definido como una de las más antiguas explotaciones de la provincia de Huelva, junto con la de Riotinto y sin duda la que mayor período de tiempo se ha mantenido en activo, hasta el presente Milenio, dada la alta concentración de minerales y la alta ley que algunos yacimientos han contenido, lo que sin duda la ha caracterizado en ciertas etapas históricas como parte del complejo minero piritífero más importante, no sólo de la Península Ibérica, sino a escala europea y a escala mundial.

A una escala espacial menor y en determinados períodos históricos la riqueza minera de esta comarca ha supuesto la ordenación territorial no sólo del núcleo de explotación sino del propio centro urbano capital y el despegue económico de sectores sociales en el ámbito provincial. Así la *Tharsis Shulphur & Copper Co. Ltd.*, desde su implantación a fines del siglo XIX (1867) propulsó la industria minera en la zona, aplicando formas revolucionarias casi desconocidas por entonces por el Estado español, al igual que ocurrió en Riotinto con la RTCL. Esto conllevó una implantación masiva de un revolucionario medio de transporte comercial, el ferrocarril minero cuya desarrollada ingeniería permitió la irradiación de múltiples apéndices de hierro que desde el foco minero traspasaba los distintos paisajes económicos provinciales hasta la capital portuaria de Huelva. En la ciudad el urbanismo comienza a transformarse a merced de los intereses de esta compañía minera estableciendo un nuevo modelo arquitectónico, el británico, ya que el estilo francés de la anterior compañía (*Compagnie des Mines de Cuivre de Huelva*) dejó poco a seguir en su corto período de 10 años que estuvo en las explotaciones de las minas, junto a la tradicional ordenación andaluza.



Figura 1. Sello en relieve de la "Tharsis Shulphur and Copper Co. Ltd." (colección particular).

Es en estos momentos cuando Tharsis y sus departamentos (Lagunazo y La Zarza principalmente) supone una aportación significativa a la Revolución Industrial de fines del siglo XIX, suministrando materias primas estratégicas en dos de sus sectores más relevantes: la electricidad y la industria química, siendo innegable que sin la actividad minera no se hubiera producido el desarrollo económico que permitió incluir el nombre de Tharsis en los mercados mundiales de cobre y sobre todo de piritas. Aunque, en contraste con este lanzamiento a escala mundial de las minas de Riotinto como la explotación de cobre más rica del mundo en ese momento, la realidad social difirió en que durante 81 años, desde 1873 a 1954, Riotinto fue una colonia inglesa prolongada en la capital onubense. De esta etapa singular y de su vinculación económica con Huelva se conservan otros vestigios patrimoniales protegidos bajo la figura de B.I.C. como el Muelle del Tinto, El Barrio Obrero y el Muelle Cargadero de



Figura 2. "Canaleos" en Tharsis. (Foto: E.R.M.).

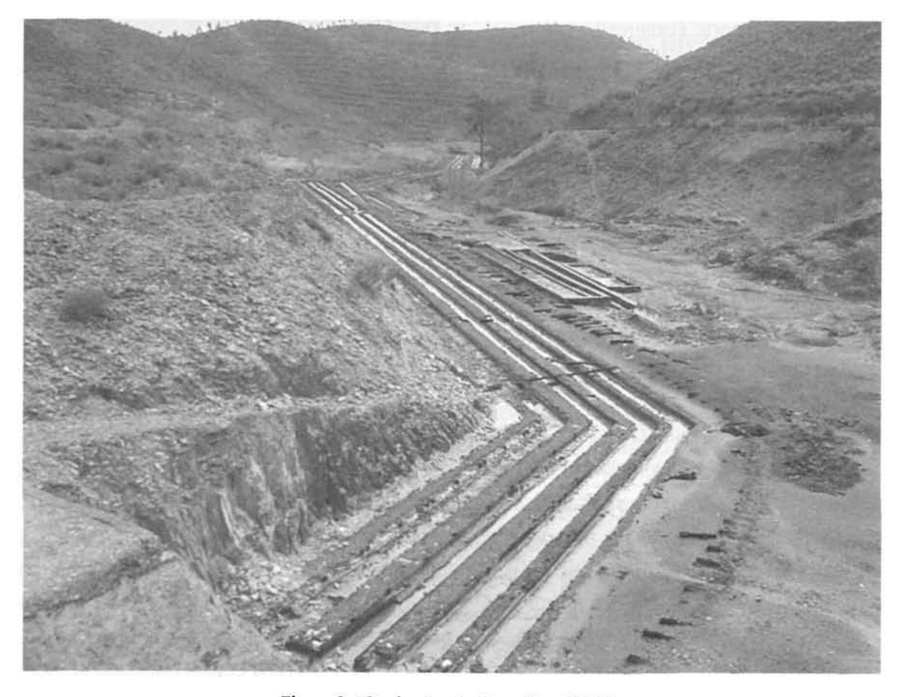


Figura 3. "Canaleos" en La Zarza. (Foto: E.R.M.).

Tharsis, importantes inmuebles, ubicados en Huelva, actualmente símbolos de identidad de la población onubense, que no pueden ser entendidos sin cotejarlos con el actual Sitio Histórico de Riotinto y el futuro Sitio Histórico de Tharsis y La Zarza.

La mayor parte de los restos industriales, del paisaje minero y de la arquitectura urbanista conservada en esta comarca minera del Andévalo, tiene su origen en la acción principalmente de esta empresa británica, *The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.* Cuantiosos son los restos industriales, muebles e inmuebles, diseminados por toda la comarca testimonios de una incesante actividad industrial: fábricas, talleres, maquinaria, estaciones ferroviarias, fundiciones, sistemas de "canaleos", modelos de fundición... piezas históricas de una forma de explotación y vida de una comarca que en numerosos casos, además de constituir elementos primordiales para explicar la historia minera contemporánea constituyen en sí mismas piezas únicas y singulares al no llegarse a conservar ningún bien duplicado de las mismas.



Figura 4. Vista aérea de la Entidad Menor de Tharsis. (Foto: Airplus, S.L.).

A su vez los testimonios arquitectónicos y la disposición urbanística (en semicírculo alrededor de las cortas a cielo abierto) marcan una profunda distinción de la comarca minera con respecto a la forma de vida andaluza o española de otras regiones, muy peculiar y única en este entorno, con sistemas constructivos propios de una cultura diferente a la española, que se imponen en este territorio en base a una determinada ideología y a una determinada forma de explotación minera.

En lo que respecta al paisaje de la comarca del Andévalo la entidad de las explotaciones, tanto por la cualidad como por las proporciones de dichos trabajos, conforman una panorámica singular de elevada espectacularidad: cerros convertidos en profundos valles, colinas artificiales de escorias o de estériles, coloraciones corintias, rojas,

ocres, junto a tonos amarillos, morados, verde-azulados, transmiten casi de forma mágica el impacto de la mano del hombre sobre la naturaleza a lo largo del tiempo de las sucesivas generaciones de trabajadores mineros. El medio natural transformado adquiere una dimensión de patrimonio cultural objetivado como distintivo de un grupo, y por tanto considerado como un elemento valioso que se debe conocer, preservar y establecer como seña de identidad común, como forma de reconocimiento interno y externo del propio colectivo minero.

La concatenación de la historia de esta comarca hasta la profunda crisis socio-económica que hoy le afecta constituye importantes hitos patrimoniales a conservar en esta área andaluza donde la cultura minera se ha desarrollado profundamente manifestándose de forma explícita, continuada y rica e incidiendo de forma importante en el conjunto de la cultura e historia de Andalucía.

Finalmente exponemos en el cuadro adjunto el inventario catalogado de los bienes mueles e inmuebles llevados a cabo en la comarca minera de Tharsis-La Zarza.

Nº	Denominación	Localización	Nº	Denominación	Localización
1	Escorial de Los Sililløs	La Zarza	35	Corta "Sierra Bullones"	Tharsis
2	Galería Algaida	La Zarza	36	Corta Filón Norte	Tharsis
3	Asentamiento Barrio Modelo	La Zarza	37	Corta Filón Centro	Tharsis
4	Los Cepos	La Zarza	38	Corta Filón Sur	Tharsis
5	Corta de Los Sililløs	La Zarza	39	Corta Esperanza	Tharsis
6	Escorial Esperanza	Tharsis	40	Corta "Los Silos"	La Zarza
7	Escorial Filón Sur	Tharsis	41	"Canaleos" de La Zarza	La Zarza
8	Corta de Filón Sur	Tharsis	42	Malacate Pozo Nº 4	Tharsis
9	Camino de la Herrería	Tharsis	43	Malacate Pozo Algaida	La Zarza
10	Escorial de Huerta Grande	Tharsis	44	Subestación Eléctrica	Tharsis
11	Las Mesas	Tharsis	45	Estación de Ferrocarril	Tharsis
12	La Peregrina	Tharsis	46	Casa de Palancas	Tharsis
13	Pico del oro	Tharsis	47	Talleres Filón Norte	Tharsis
14	Pueblo Nuevo	Tharsis	48	"Canaleos" de Tharsis	Tharsis
15	Galería Sabina	Tharsis	49	Estación del Empalme	Tharsis
16	Archivo Histórico Minero de Tharsis	Tharsis	50	Malacate	Tharsis
17	Casa de General Manager	Tharsis	51	Fuente	Tharsis
18	Antiguo Mercado de abastos y casas-tienda de Tharsis	Tharsis	52	Túnel creosotado	Tharsis
19	Iglesia Parroquial de Sta. Bárbara de Tharsis	Tharsis	53	Locomotora Nº 7 "Corrales"	Tharsis
20	Antiguo Teatro de Tharsis	Tharsis	54	Locomotora RUSTON (Nº 65 y 66)	Tharsis
21	Posada de Tharsis	Tharsis	55	Locomotora "SAUCITA"	Tharsis
22	Viviendas pareadas en semicírculo de Tharsis	Tharsis	56	Locomotora "ODIEL"	Tharsis
23	Casino de Tharsis	Tharsis	57	Locomotoras ALSTHOM (Nº 66, 67, 68, 69, 70 y 71)	Tharsis
24	Cuartel Guardia Civil y Garitas de Pueblo Nuevo	Tharsis	58	Depósito de agua	Tharsis
25	Oficinas de la Cía. de Tharsis	Tharsis	59	Cocherón de mantenimiento	Tharsis
26	Casa Huéspedes de Pueblo Nuevo	Tharsis	60	Coches viajeros	Tharsis
27	Casa de la Señorita de Pueblo Nuevo	Tharsis	61	Vagones carga mineral	Tharsis
28	Zona Antiguo Mercado de abastos en La Zarza	La Zarza	62	Puentes grúas	Tharsis
29	Casa Dirección de La Zarza	La Zarza	63	Martinete	Tharsis
30	Casino de La Zarza	La Zarza	64	Modelos de Fundición	Tharsis
31	Iglesia Sagrado Corazón de Jesús de La Zarza	La Zarza	65	Cementerio inglés de Tharsis	Tharsis
32	Viviendas del Barrio Modelo de La Zarza	La Zarza	66	Cementerio Católico	Tharsis
33	Antiguo Teatro de La Zarza	La Zarza	67	Banda de Música de La Zarza	La Zarza
34	Vestuarios Campo de Fútbol de La Zarza	La Zarza	68	Romería Stª. Bárbara	Tharsis

Tabla 1. Elementos B.I.C. catalogados.

BIBLIOGRAFÍA

- **Carrasco, I. (2000):** "La minería en la faja Pirítica ibérica. Notas históricas" En BOCAMINA nº 5: Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.
- **Cortés, D., Sánchez, M.G. y Domínguez, F.M. (1996):**"Prospección Superficial con carácter de Urgencia en el yacimiento de la Peregrina (Calañas, Huelva)", *Anuario Arqueológico de Andalucía/ 1994, III.*
- **Checkland, S.G. (1967):** *The mines of Tharsis: Romans, French and British enterprise in Spain*, London.
- **Deligny, E. (1863):** "Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis (Tharsis Boetica)", *Revista Minera, XLIII*, Madrid.

González Vilches, M. y González García de Velasco, C. (2001): "LOS EMBARCADEROS DE THARSIS, RIOTINTO Y ALQUIFE" Los tres colosos de la arqueología industrial británica en Andalucía. Fundación Centro de Fomento de Actividades Arquitectónicas. Servigraf.

- **Gonzalo y Tarín, J. (1886):** *Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva*, Madrid.
- **Luzón Nogué, J.Mª. (1975):** "Antigüedades romanas de la provincia de Huelva", *Huelva, Prehistoria y Antigüedad*, Madrid.
- **Pérez, J.A., Gómez, F., Álvarez, G., Flores, E., Román, Mª.L. y Beck, J. (1999):** "Excavaciones en Tharsis (Alonso, Huelva). Estudios sobre la minería y metalurgia antiguas", *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología, 28*, Madrid.
- **Pérez Macías, J.A. (2002):** "*Metalla* y *Territoria* en el Oeste de la *Baetica*", *Habis, 33*.
- **Pinedo Vara, I. (1963):** *Piritas de Huelva, su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa. Madrid.

Patrimonio minero-metalúrgico de Rodalquilar. Metodología de catalogación y resultados

F. Hernández Ortiz*, O. Puche Riart y N. Antich Cortés***
*Repsol YPF
fhernandezo@repsolypf.com
**ETS de I de Minas-U.P.M.

RESUMEN

Para estudiar y conservar el Patrimonio, es necesario desarrollar una metodología para la catalogación y valoración de los elementos patrimoniales. Un caso real catalogación de una antigua zona minera; Rodalquilar (Almería) en el Sudeste de España, es el objetivo del presente trabajo.

Palabras clave: Almería, Cabo de Gata, catalogación, Patrimonio, Rodalquilar.

ABSTRACT

For study and preserve the Heritage is necessary develop a methbodology for cataloguing and valuation of the heritage elements. A real cataloguing case of an ancient mining zone: Rodalquilar (Almería) in the south-east of Spain, is the goal of this article.

Key words: *Almería, Cabo de Gata, cataloguing, Heritage, Rodalquilar.*

INTRODUCCIÓN

Al menos durante los últimos siglos, se ha ejercido en el entorno de las calderas volcánicas de Rodalquilar, en la Sierra del Cabo de Gata (Almería), una actividad minera y metalúrgica que nos ha dejado un importante legado en forma de Patrimonio Industrial o Paisaje Cultural. El objetivo de esta comunicación es exponer la metodología de catalogación utilizada para su indexación, valoración y selección de los conjuntos patrimoniales más importantes para su conservación, rehabilitación o realización de propuestas de uso y gestión. Asimismo se realiza la representación de los elementos valorados según mapas de isovalores patrimoniales, proceso posterior al de inventario de los bienes inmuebles minero-metalúrgicos existentes, lo que nos permite definir las zonas de mayor interés y diseñar las líneas de flujo de visitantes.

CRITERIOS DE VALORACIÓN

En la catalogación se pretende valorar cuantitativamente los elementos patrimoniales minero-metalúrgicos, para así poder compararlos, seleccionando los más interesantes para actuar sobre ellos.

Para hacer una valoración de los elementos constituyentes del Patrimonio Minero-Metalúrgico de Rodalquilar, es necesario definir de forma subjetiva, en primer lugar, unos criterios de valoración intrínseca, para posteriormente poder caracterizar y catalogar todos los elementos que lo constituyen. Estos criterios pueden ser:

- Antigüedad.
- Singularidad de los bienes (procesos técnicos, características arquitectónicas, referencias históricas o culturales concretas, etc.).
- Espectacularidad (valores estéticos).
- Estado de conservación.
- Entorno natural y medioambiental (valor paisajístico, geomorfología, ambiente antrópico, etc.).
- Posibilidades turísticas (interés del lugar, volumen turístico/densidad de población, comunicaciones, medio socioeconómico, etc.).
- Posibilidades de conservación.
- Peligro de destrucción.
- Valor didáctico.
- Etc.

Previamente a la catalogación será necesaria una información de carácter general que servirá para completar la caracterización de cada elemento patrimonial. Esta información será del tipo de: localización geográfica, propiedad de los elementos, características del medio, presencia de infraestructuras, etc.

La principal dificultad del método estriba en la ponderación de los valores intrínsecos seleccionados, para obtener mediante su suma el valor final asignado a cada elemento. Las cifras obtenidas deben coincidir con la apreciación personal que hayamos obtenido en nuestros recorridos de campo. Otra dificultad está en las diferencias tipológicas de los elementos analizados. El asignar valores numéricos nos permite comparar edificios, hornos, presas de residuos, plantas mineralúrgicas, etc.

A pesar de no tener una relación directa con el Patrimonio, la existencia y el tipo de accesos a los elementos patrimoniales, se ha estudiado y valorado ya que son un factor importante para el diseño de las rutas patrimoniales.

FICHA DE VALORACIÓN PATRIMONIAL

Todo lo anteriormente expuesto, debe quedar contemplado en un modelo de ficha que sirva para poder sistematizar la caracterización, valoración y ponderación de los elementos patrimoniales. Será entonces cuando se dispondrá de un modelo normalizado para cuantificar el valor intrínseco de los elementos patrimoniales del complejo de calderas de Rodalquilar. A continuación se detalla, en primer lugar, el modelo propuesto de ficha normalizada y, a continuación, la tabla resumen de la cuantificación de los elementos patrimoniales (Figs. 1 y 2).

MAPAS PATRIMONIALES

Una vez asignados los valores correspondientes en cada ficha, de cada elemento patrimonial, se tendrán los valores numéricos necesarios para cuantificar la importancia de cada elemento y para poder elaborar mapas de isovalores patrimoniales. Estos mapas de isovalores, serán el reflejo de la información generada durante el proceso de investigación y estudio del Patrimonio Minero-Metalúrgico de Rodalquilar y deberán de servir para planificar las líneas de actuación futuras sobre el citado Patrimonio.

Partiendo de un mapa base que contiene algunos de los elementos geográficos básicos de la zona de Rodalquilar (línea de costa, carreteras, poblaciones y principales altos geográficos), se han situado sobre él, diferentes conjuntos de información patrimonial, según afinidades, como son:

Ficha Nº	1.-Castillo de Rodalquilar	
Autores	Francisco Hernandez Ortiz	
Descripcion del elemento	**MODELO FICHA**	

1. LOCALIZACION GEOGRAFICA		
Provincia: Almeria	Municipio: Nijar	
Cartografia Militar de España	Escala. 1:25.000	Serie 5V / Rodalquilar / 47-86
Proyeccion UTM	Elipsoide Hayford	Huso 30
Coordenadas UTM:	X:	Y:

2. METODOLOGIA SEGUIDA PARA CARACTERIZAR EL ELEMENTO PATRIMONIAL			
Localizacion geografica	Gabinete	Campo	Otros metodos
Caracterizacion infraestructura	Gabinete	Campo	Otros metodos
Caracterizacion del entorno	Gabinete	Campo	Otros metodos
Metodologia de definicion	Gabinete	Campo	Otros metodos

3. INFRAESTRUCTURA			
Accesibilidad	Vehiculo normal	Todoterreno	Senderismo
Dificil (1) / Media (3) / Facil (5)			
Servicios	Alojamiento	Comidas	Informacion
Dificil (1) / Media (3) / Facil (5)			

4. ENTORNO			
Valor Paisaje	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Volumen Turismo	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Lugar de interes	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Nivel de comunicaciones	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Medio socioeconomico	Regresivo (5)	Estable (3)	Activo (1)
Ambiente entropico	Urbano	Industrial	Rural
Morfologia	Costa	Llanura	Montaña

5. DEFINICION DEL ELEMENTO PATRIMONIAL	**Mineria**	**Metalurgia**	**Otros**
Mineria	Superficie	Subterranea	Otros
Propiedad	Publica	Privada	Otros
Tipo de sustancia / Metodo de trabajo			
Inicio explotacion			
Fin explotacion			
Motivos de interes	Didactico	Historico	Estetico
Grado de divulgacion previa	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Grado de estudio previo	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Importancia tecnica	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Importancia historica	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Espectacularidad	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Singularidad	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Grado de conservacion	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Posibilidades turisticas	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Peligro de destruccion	Alto (5)	Medio (3)	Bajo (1)
Posibilidad de restauracion	Alta (5)	Media (3)	Baja (1)
Inversion para recuperacion	Baja (5)	Media (3)	Alta (1)

6. OBSERVACIONES

VALORACION DEL ELEMENTO PATRIMONIAL **0** **PUNTOS**

Figura 1. Modelo de ficha de catalogación de elemento patrimonial.

- Mapa de situación de las instalaciones mineras (Fig. 3).
- Mapa de situación de las minas y canteras (Fig. 4).

A partir de estos mapas de situación, se ha asignado a cada uno de los elementos georreferenciados (instalaciones mineras, minas, canteras), el valor numérico obtenido de la realización de su ficha patrimonial y se han podido elaborar mapas de isovalores patrimoniales, como son:

- Mapa de isovalores de importancia patrimonial de instalaciones minero-metalúrgicas (Fig. 5).
- Mapa de isovalores de importancia patrimonial de minas (Fig. 6).

Por ultimo se han elaborado mapas para actuación sobre el Patrimonio de Rodalquilar:

- Mapa de situación de las rutas minero-metalúrgicas propuestas (Fig. 7).
- Mapa de isovalores de peligro de destrucción patrimonial (Fig. 8).

Para la realización de mapas de isovalores es necesaria la construcción de un modelo de superficie que represente el parámetro a mapear de manera continua en el espacio y a partir de los datos reales discretos se construye una superficie continua de valores infinitos que representa la variación del parámetro en el espacio.

Los modelos de superficies se clasifican en dos tipos: Rasters (grids o mallas) y TINs (Triangulated Irregular Network). Los modelos de superficies se construyen por interpolación (en el caso de los rasters) o triangulación (en el caso de los TINs) de los valores discretos originales. En el caso de los Rasters, se construye una malla o matriz uniforme de celdas. Cada celda tendrá asignado un valor único interpolado a partir de los datos originales. Cuanto menor sea la celda mayor será la precisión, aunque la interpolación siempre conlleva una degradación de los valores originales. En el caso de los TINs, los datos originales son los vértices a partir de los cuales se construye una red de facetas triangulares no superpuestas. Los TINs respetan los datos originales, incorporándolos como vértices de los triángulos, generando por triangulación los valores en el interior de las facetas. Los TINs tienen una mayor precisión que los Rasters, posibilitando la incorporación de elementos lineales y poligonales a las superficies modeladas, aunque son mas complejos de construir y procesar.

La modelización de superficies Raster se realiza mediante diversos métodos de interpolación, entre los cuales se incluyen tanto métodos deterministas como geoestadísticos. Dependiendo del fenómeno a modelar y de la

FICHA Nº	ELEMENTO PATRIMONIAL	VALOR INFRAESTRUCTURA	VALOR DEL ENTORNO	DEFINICION DEL ELEMENTO	VALORACION TOTAL DEL ELEMENTO PATRIMONIAL
1	CASTILLO RODALQUILAR	24	21	47	**92**
101	INSTALACION DE MARIA JOSEFA	22	15	37	**74**
102	INSTALACION MINAS DE ABELLAN	18	11	33	**62**
103	INSTALACION PLANTA DORR	22	11	31	**64**
104	INSTALACION PLANTA DENVER	22	17	39	**78**
105	INSTALACION DE ST. JOE	16	11	19	**46**
111	SERV. AUX. POZOS DE TERESA	10	11	31	**52**
112	SERV. AUX. MINA EL TRIUNFO	18	13	17	**48**
113	SERV. AUX. MINA SOL	14	9	15	**38**
114	SERV. AUX. CERRO COLORADO	14	9	15	**38**
115	SERV. AUX. MINA LAS NIÑAS	12	13	37	**62**
116	SERV. AUX. DE LA PEDRERA	10	11	27	**48**
117	SERV. AUX. DE SAN DIEGO	16	13	29	**58**
118	SERV. AUX. DEL CERRO CINTO	18	13	25	**56**
201	MINA LAS NIÑAS	12	13	39	**64**
202	MINA RONDA Y EL RESTO	16	13	33	**62**
203	MINA CONSULTA	22	15	27	**64**
204	MINA MARIA JOSEFA	17	15	31	**63**
205	MINA NO ME DUERMO	14	9	15	**38**
206	MINA CERRO COLORADO	20	11	17	**48**
207	MINAS CERRO DEL CINTO	18	13	47	**78**
208	SOCAVON DEL "340"	20	13	39	**72**
209	MINAS DE SAN DIEGO	16	13	33	**62**
210	MINAS DE LA PEDRERA	10	11	25	**46**
211	MINA BLANCA Y NEGRA	14	11	33	**58**
212	MINA SOL	14	9	15	**38**
213	MINA EL TRIUNFO	18	13	17	**48**
214	PARAJE DE LOS TOLLOS	16	13	45	**74**
215	TOLLOS DE LA FELIPA	16	13	29	**58**
216	POZOS DE TERESA	10	11	31	**52**
301	CANTERAS CERRO ROMERO	12	11	15	**38**
302	CANTERAS PUNTA BERGANTIN	10	13	13	**36**
303	CANTERAS CERRO DE LA TORRE	10	13	15	**38**

Figura 2. Tabla resumen de la valoración de los diferentes elementos patrimoniales minero-metalúrgicos de Rodalquilar.

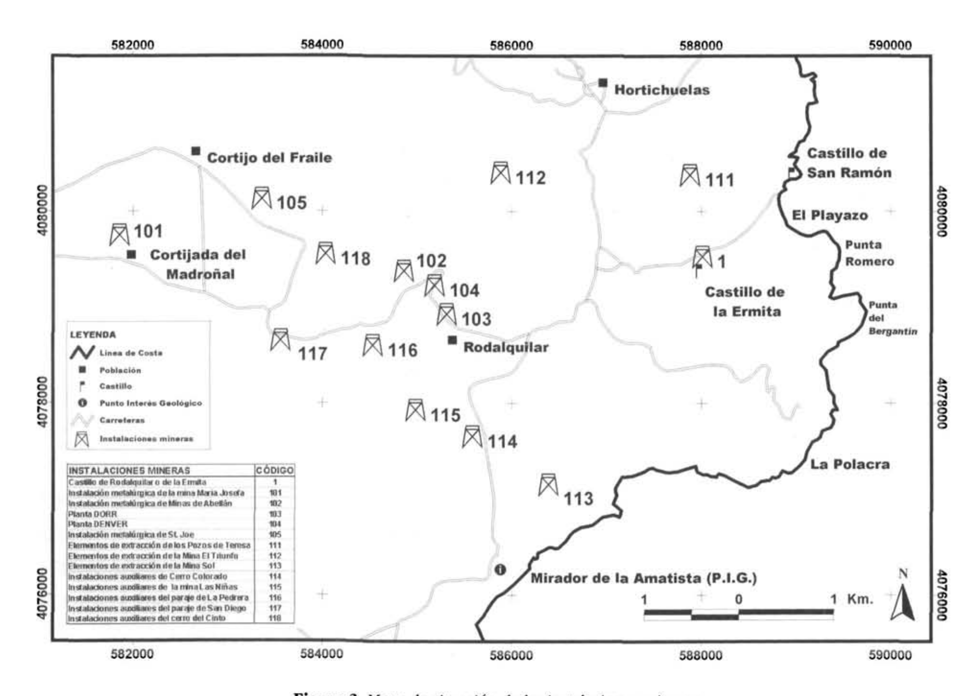
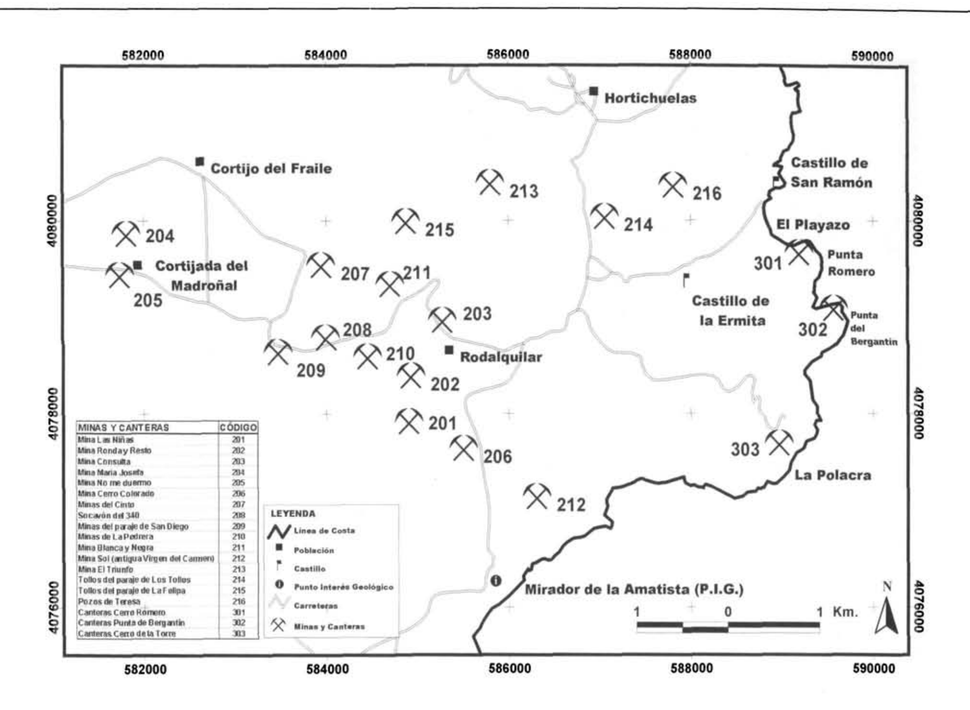


Figura 3. Mapa de situación de las instalaciones mineras.



MINAS Y CANTERAS	CÓDIGO
Mina Las Niñas	201
Mina Ronday Resto	202
Mina Consulta	203
Mina Maria Josefa	204
Mina No me duermo	205
Mina Cerro Colorado	206
Minas del Cinto	207
Socavón del 340	208
Minas del paraje de San Diego	209
Minas de La Pedrera	210
Mina Blanca y Negra	211
Mina Sol (antigua Virgen del Carmen)	212
Mina El Triunfo	213
Tollos del paraje de Los Tollos	214
Tollos del paraje de La Felipa	215
Pozos de Teresa	216
Canteras Cerro Romero	301
Canteras Punta de Bergantín	302
Canteras Cerro de la Torre	303

Figura 4. Mapa de situación de las minas y canteras.

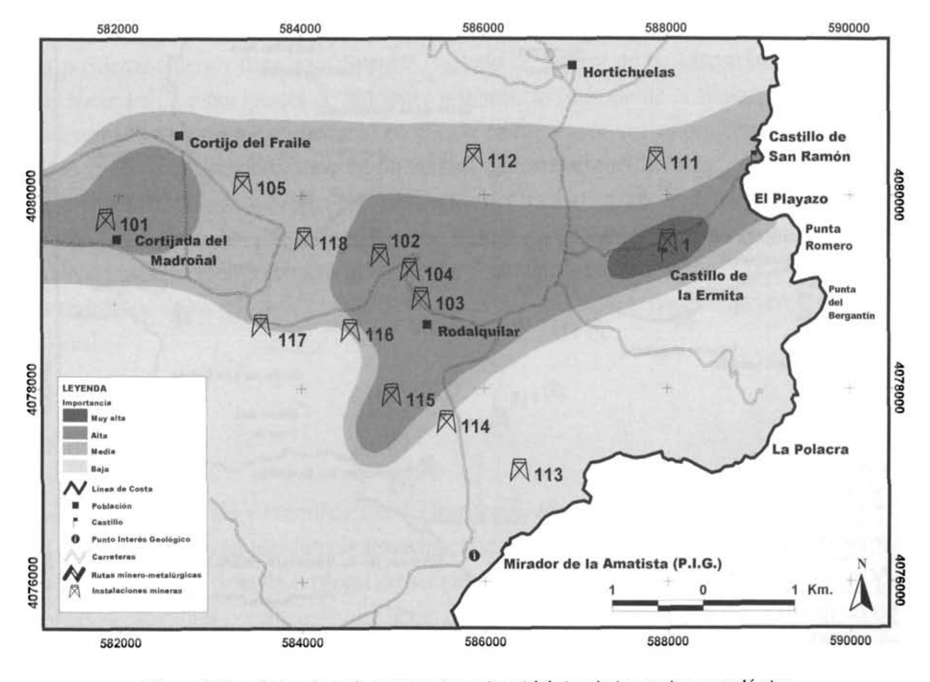


Figura 5. Mapa de isovalores de importancia patrimonial de instalaciones minero-metalúrgicas.

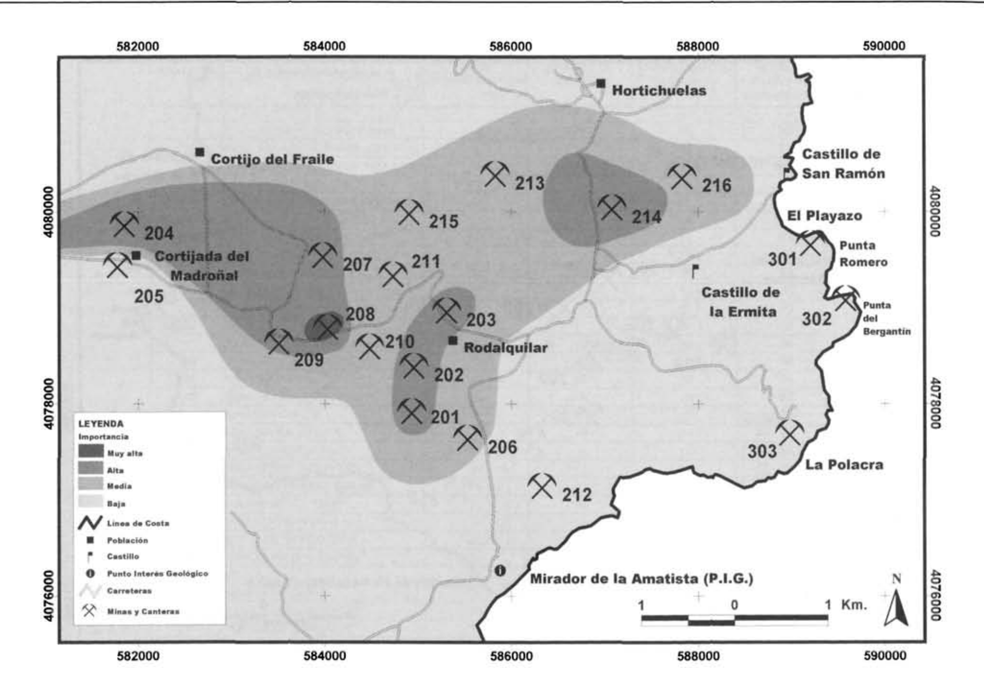


Figura 6. Mapa de isovalores de importancia patrimonial de minas.

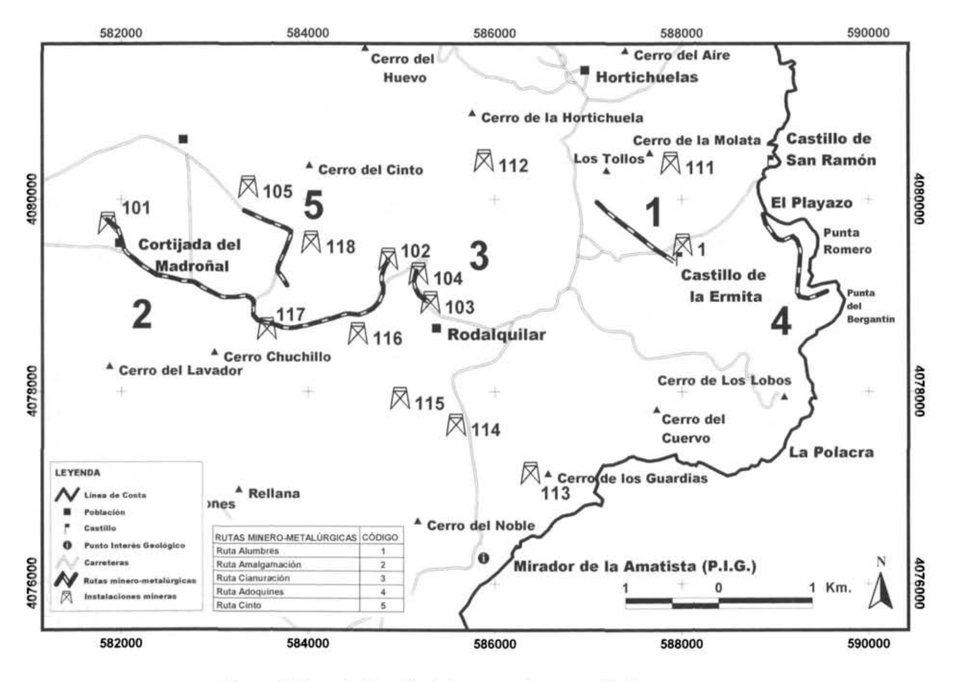


Figura 7. Mapa de situación de las rutas minero-metalúrgicas propuestas.

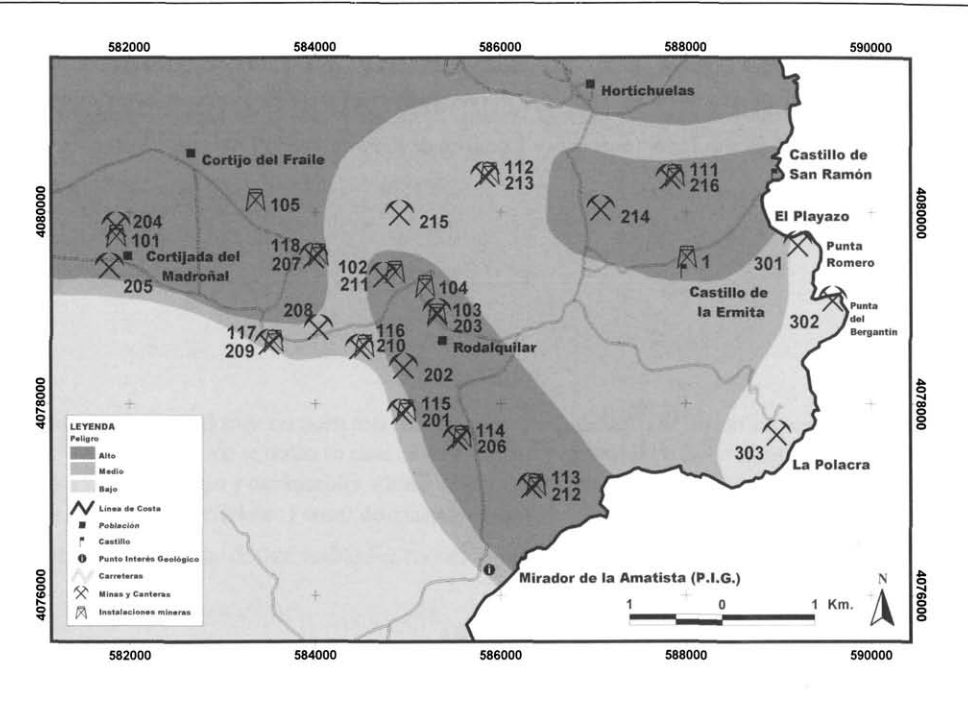


Figura 8. Mapa de isovalores de peligro de destrucción patrimonial.

distribución de los datos se utilizará un método u otro. Entre los diversos métodos determinísticos los hay basados en medias ponderadas de los datos por distancia (método de Inversa de las Distancias Ponderadas, método de los Vecinos Naturales...), o por ajustes de funciones matemáticas (método de la Mínima Curvatura). Los métodos geoestadísticos (método Kriging) se utilizarán en el caso en que exista una autocorrelación espacial en los datos dependiendo tanto de la distancia, como de un control direccional que justifiquen la variabilidad de los datos. Los métodos geoestadísticos se basan en la construcción del semivariograma para todos los pares de puntos, con la finalidad de generar una función matemática que prediga el valor de la variable en cada punto así como su precisión, siendo estos métodos utilizados para modelar superficies geológicas.

Para la realización de los mapas de isovalores se ha generado un TINs que tiene como vértices los puntos de interés patrimonial.

CONCLUSIONES

A través de la catalogación y cuantificación del Patrimonio Minero y Metalúrgico de una zona determinada, se obtiene la información esencial para futuras actuaciones destinadas a la conservación, divulgación, explotación, etc. de bienes patrimoniales. La ficha de catalogación será la pieza clave en todo este proceso.

Los mapas de isovalores permiten dibujar líneas de flujo de visitantes, ortogonales a las curvas de isovalores. Para el diseño de los itinerarios reales hay que adaptar las líneas teóricas a los posibles accesos reales (red de caminos y carreteras vertidos sobre el mapa).

BIBLIOGRAFÍA

- **Hernández Ortiz, F. 2003:** Rodalquilar: Geología, Minería, Metalurgia y Patrimonio Minero. Tesis doctoral dirigida por Octavio Puche Riart. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. 714 pp.

Determinación metodológica de los valores naturales y patrimoniales del Parque Natural de Cabo de Gata

F. Hernández Ortiz* y J.A. Espí**
*Repsol YPF.
fhernandezo@repsolypf.com
**ETSI de Minas de Madrid.

RESUMEN

El trabajo aborda la metodología necesaria para determinar los valores de "uso" y de "no uso" contenidos en el Parque Natural de Cabo de Gata. Esta valoración se realiza en clave de sostenibilidad y contempla los aspectos naturales del paraje, su disfrute y también los valores culturales y patrimoniales, además de otros méritos que encajan en el concepto de "no uso" (de existencia, de legación a futuras generaciones y otros), determinados siempre en unidades monetarias.

Palabras clave: Almería, Cabo de Gata, Rodalquilar, valoración patrimonio natural.

ABSTRACT

This work approaches the methodology necessary to determine the "use value" and "no use" contents in the Natural Park of Cabo de Gata. This assessment is made in sustainability key and contemplates the natural aspects of the site and also the cultural and patrimonial values, in addition to which fits in the "no use" concept (existence value, legation to future generations and others), always determined in monetary units.

Key words: *Almería, Cabo de Gata, Rodalquilar, Valorization Natural Heritage.*

La singularidad de la comarca de Rodalquilar es el resultado de la interacción a lo largo de los siglos, entre el Patrimonio Natural, el Geológico, el Minero-Metalúrgico y la actividad del ser humano. Esta combinación ha dado como resultado un lugar declarado por la UNESCO como Reserva de la Biosfera, que actualmente forma parte del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar y que es uno de los conjuntos patrimoniales minero-metalúrgicos más destacados de Andalucía.

El rico Patrimonio Geológico de la zona fue lo que atrajo la atención de los hombres desde tiempos inmemoriales y provocó el inicio de las primeras actividades mineras de la comarca, tal vez para extraer las ágatas y algunos metales.

¿CÓMO SE PUEDE VALORAR EL CAPITAL NATURAL Y EL PATRIMONIO Y LA ACTIVIDAD HUMANA? METODOLOGÍAS DE LA VALORACIÓN DE ACTIVOS Y ACCIONES AMBIENTALES EN EL RANGO "USO/ NO USO"

LA PROBLEMÁTICA GENERAL Y LOS CONCEPTOS DE VALORACIÓN AMBIENTAL

Puede calificarse como fácil a la determinación de ciertos valores (o al menos, con garantías de una cierta precisión). Éstos se podrían denominar "directos", y se refieren a la degradación (pocas veces puede considerarse

un aumento del valor de los mismos) de la calidad ambiental debida a una acción antrópica muy evidente y reversible.

La valoración tan solo significa una operación contable de agregación de costes ambientales que también podrían ser considerados como de tipo "directo", pero también puede ocurrir que no sean fácilmente segregables de la contabilidad general.Además, no resulta infrecuente que en el capitulo de los costes ambientales de una cuenta de explotación, no se consideren los gastos por sobreprecio en la elección de activos, entre las posibles alternativas que produzcan una mayor calidad ambiental, o bien, la optimización de recursos empleados a ese fin.

Por otra parte, existen otros valores que no es posible determinarlos de una manera directa, y que normalmente no figuran en los balances y en las cuentas de explotación. Son, en general, los "valores indirectos". Resultan muy variados y frecuentemente se encuentran ligados a las percepciones individuales y sociales. Para acercarse a ellos se deben emplear procedimientos indirectos.A este grupo de valores pertenecen los culturales, los de satisfacción psicológica (de existencia, de recreo...) de valor ecológico (conservación de la biodiversidad...) de salubridad (seguridad en el trabajo, de calidad de vida del entorno social...)

OTRA CLASIFICACIÓN DE LOS VALORES AMBIENTALES: CONCEPTO DE "USO" Y "NO USO"

Se está imponiendo otra mentalidad en la visión de los valores ambientales. El trabajo de *Cesare Dosi (2001)* para CEPAL puede ayudar a su comprensión, por otra parte ya ampliamente desarrollada.

Un magnifico ejemplo (entre otros muchos) es el *de M. Merlo y otros (2000)* publicación en la muy especializada revista *Land Use Policy* sobre los valores ambientales que confluyen en el bosque mediterráneo.

VALORES "por USO" y "de NO USO"

	Denominación	**Ejemplos**
Valores por USO	Por uso directo de consumo	Consumo de algodón en el bosque tropical
	Por uso directo sin consumo	Paseo por el bosque tropical
	Por uso indirecto de consumo (o valores funcionales)	Para un recurso dado, los beneficios generados indirectamente a causa de su función ecológica
Valores de NO USO		"Como consecuencia de una experiencia física". "Beneficio que se puede obtener de los recursos medioambientales sin necesidad de usarlos directamente"
	Valores de la existencia "Existence value"	Valor de un bienestar obtenido por el mero conocimiento de la existencia, incluso de los bienes culturales
	Valores de legación "Bequest value"	Por la preservación del capital natural a las generaciones futuras
	Valores de opción "Option value"	Bienestar que produce la generación actual preservando el medio ambiente a las generaciones futuras
	Vicarious value "Vicarious value"	Los obtenidos por el consumo indirecto de los recursos ambientales, a través de los libros u otros medios
	Valor de Casi-Opción	El obtenido por la oportunidad de conseguir una mejor información, retrasando una decisión que puede causar una pérdida irreversible

Valoración del Bosque Mediterráneo

a. PARTIDAS POSITIVAS Valor "por Uso"	Valor "por Uso" Directo	• Productos: madera, leña, corcho, caza, miel, setas, recreo, plantas medicinales... • Contribución a la salud del bosque • Empleo local en agroturismo, • Procesado de alimentos... • Contribución a los ingresos nacionales, comercio, impuestos, empleo externo...
	Valor "por Uso" Indirecto	• Protección: gestión del agua, preservación del suelo, avalanchas, inundaciones... • Calidad del paisaje • Regulación del microclima • Calidad del agua • Conservación del ecosistema
Valor "de No Uso"	Valor de Opción	• Uso recreativo futuro • Aporte de energía y materias primas (potenciales) • Valor de la biodiversidad y de plantas medicinales (potenciales)
	Valor de legación	• Paisaje, esparcimiento, energía, biodiversidad, almacenamiento de carbono, todos ellos "afectando a futuras generaciones"
	Valor de existencia	• Biodiversidad, condiciones medioambientales, almacenamiento de carbono...
b. PARTIDAS NEGATIVAS		• Erosión, inundaciones, avalanchas, "debidas a la inexistencia de gestión del bosque" • Paisaje, "por su pérdida y el exceso de uso" • Polen y factores alérgicos • Riesgo de incendios • Pérdida de biodiversidad, de paisaje, "por nuevas plantaciones" • Pérdida de valor recreativo debido a "plantaciones excesivas"

Las valoraciones se efectuaron sobre datos del bosque de Francia e Italia, mediante los métodos: Coste del Viaje, Valoración Contingente y Costes Hedónicos.

TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE LOS BIENES Y ACCIONES NATURALES Y ANTRÓPICAS

Ya se ha explicado que los valores ambientales indirectos o los valores de lo "sin uso" ineludiblemente precisan de técnicas de valoración que se apoyan en percepciones individuales y colectivas, es decir, en la apreciación social del bien considerado. Una breve relación de los métodos más usuales es la siguiente (ver tabla página 670).

VALOR PATRIMONIAL Y NATURAL DEL PARQUE DE CABO DE GATA

VALORES DE USO

Por uso directo de consumo

En los últimos 5 siglos ha sido el principal valor extraído de la zona. En la actualidad la actividad esta detenida pero se debe tener en cuenta el valor latente de los aproximadamente dos millones de toneladas de mineral aurífero con leyes medias de 2 gramos de oro por tonelada que están cubicados en el Cerro del Cinto en la ultima investigación minera realizada a finales de los años 1980 por la Empresa Nacional Adaro y la empresa minera St. Joe Transaction S.R.C., es decir, 4 toneladas de oro.

Técnicas de Medición de los Bienes Naturales

	Denominación		Descripción
Asignación del Valor del Mercado	Precio del Mercado		Utilizando los precios de mercado
	Precio Subrogado del Mercado	• Bienes medioambientales adicionales	Buscando el valor del mercado para los bienes relacionados
		• Bienes sustituidos al evitar los impactos	
	Valor de Preferencia		Preguntando a las personas acerca de los cambios de un servicio
Por Función de Producción			Valorando el cambio económico al entrar un atributo ambiental en la función de producción de una empresa
Por métodos basados en el Coste			
	Método de Desviación del Comportamiento		Aprovecha la disposición a pagar tratando de evitar los efectos de los cambios medioambientales negativos
	Método del Coste de Recolocación		Por desplazamiento de un área, por ej. para evitar contaminación,
	Método del Coste de Enfermedad		Los efectos de la enfermedad al cambiar las condiciones ambientales
	Método del Capital Humano		Relación del cambio medioambiental sobre la mortalidad humana
	Método del Coste de Restauración		Mide los cambios, positivos y negativos de carácter ambiental
Método del Coste del viaje			Estima como varía la demanda del bien medioambiental (nº de visitas, por ej.) ante los cambios en el coste de disfrutarlo
Método de los Precios Hedónicos		• Valor de una Propiedad	Asigna un valor en el mercado de un servicio medioambiental, como uno de los componentes medibles de un bien o servicio
		• Método del Salario Diferencial	
Método de la Valoración Contingente			Averigua la valoración de las personas a los cambios de bienestar que les produce las condiciones de oferta de un bien ambiental, a través de la pregunta directa (encuestas)
Método de los Costes Evitados			Mediante la función dosis respuesta la disminución de la productividad al aumentar la dosis de contaminación

Valor del oro recuperado de los recursos mineros de Rodalquilar	Saint Joe	Diques	Abellán
Reservas: t	2.000.000 t	447.000 t	5.000 t
Leyes gAu/t	1,6 gAu/t	1 gAu/t	30 gAu/t
Ratio: t est/t min	0.5/1	0.1/1	0/1
Operación minera (t)	1,58 €	0,8 €	2 €
Tamaño operación	285.000 t/año	100.000 t/año	50 t/día
Procedimiento	Lix en pilas	Lix. pilas y aglomeración	Lix. dinámica
Consumos (por t):			
Cianuro	0,5 kg	0,5 kg	2,5 kg
Cal	6 kg	6kg	10 kg
Energía	4 Kw	2 Kw	11 Kw
Mano obra	1,8 €	1,6 €	3,6 €
Mantenimiento	5% inversión inicial	5% inversión inicial	5% inversión inicial
G.G., financieros y comerciales	30% subtotal	30% subtotal	30% subtotal
Total operación	7,3 €	5,0 €	12,9
Valor del oro	9,5 €	9,5 €	9,5 €
Rendimiento metal.	70%	65%	90%
Valor metal recuper.	10,6 €	6,2 €	256,5
Margen por tonelada	3,3 €	1,2 €	243,6
Valor Parcial	6,6 M €	0,53 M €	3,65 M €
Valor Total		10,78 M €	

Escombreras y Diques

En el *sector Sur de la Sierra del Cabo de Gata* existe localizadas e investigadas 625 escombreras de antiguas minas metálicas. El análisis de las muestras tomadas en ellas ha permitido cubicar 342.000 toneladas de mineral con una ley media de 1,40 gramos de oro por tonelada y 41 gramos de plata por tonelada, según un informe técnico de Adaro SA realizado entre 1983 y 1986. Es de suponer que las escombreras de las minas metálicas de Rodalquilar presentaran unos valores similares y si se supone que fuesen, al menos, 1/3 del volumen de las del sector meridional de la Sierra, estas escombreras de Rodalquilar contendrían unos 160 kilos de oro y unos 4.700 kilos de plata.

El dique de estériles de cianuración de Rodalquilar, contiene un máximo de 447.000 toneladas de residuos con valores de 1 gramo de oro por tonelada, es decir, unos 447 kilos de oro.

El dique de estériles de amalgamación de Rodalquilar (Minas de Abellán) contiene unas 5.000 toneladas de residuos con una ley media de 30 gramos de oro por tonelada, según informes técnicos de las décadas de 1930 y 1940, es decir, unos 150 kilos de oro.

Por uso directo sin consumo

Valor paisajístico singular

La presión urbanística es una de las mayores amenazas de la zona, aunque en el caso de Rodalquilar se ha visto frenada por la existencia del Parque Natural. El principal ejemplo de este paraguas protector es el no desarrollo de

proyectos urbanísticos en los terrenos de los alrededores del fondeadero del Playazo, los cuales llevan años en el punto de mira de empresas constructoras. El lugar es ideal para desarrollar urbanizaciones de casas para segunda vivienda, cuya oferta está muy por debajo de la demanda existente en la actualidad. Esta zona es de gran valor paisajístico y contiene playas y calas de singular belleza además de tener aguas de gran calidad. Su urbanización conllevaría daños irreparables y la perdida de la peculiaridad del lugar que recibirían las generaciones futuras.

Como escenario se podría estimar que existen, al menos, 30 hectáreas susceptibles de ser urbanizadas en el área del Playazo (300.000 m^2) y suponiendo que solo un 5% de este suelo fuese edificable, obtendríamos 15.000 m^2 de viviendas, que a una media de 100 m^2 por vivienda supondrían 150 casas. El precio actual del m^2 de nueva vivienda en Rodalquilar ronda los 1.000 €. De esta manera obtendríamos el valor de 15.000.000 € para la hipotética urbanización.

Este escenario no es nada irreal, ya que actualmente se está iniciando, en el pueblo de Agua Amarga, la urbanización de 38 hectáreas para la construcción de casas destinadas al uso de segunda vivienda en el entorno del Parque Natural. Esto ha sido posible gracias a un pequeño vació legal existente sobre esos terrenos en concreto, el cual ha sido rápidamente aprovechado por las constructoras, poniendo de manifiesto su gran interés por la zona del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar.

Valor Cultural

1) Edición de libros:

En la actualidad existen al menos 5 guías diferentes sobre el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar: Editora G.B.G. (Guía del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar - 5 €), Editorial Triangle Postals ("Guía del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar" - 7 €), Editorial El senderista ("El Cabo de Gata. Guía del Parque Natural" - 8 €), Editorial Alpina ("Mapa y Guía excursionista Cabo de Gata- Níjar" - 5 €), Editorial Everest ("Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar" - 5 €), etc. Estimando en solo 1000 ejemplares para cada una de las 5 ediciones, se alcanza un valor de total de otros 30.000 €. No se debe olvidar la edición de obras que no se entendería su existencia desligada del entorno de Rodalquilar como es el caso de "Bodas de sangre" de Federico García Lorca, "Campos de Níjar" de Juan Goytisolo o los numerosos libros de Carmen de Burgos "Colombine".

2) Rutas científicas:

En la actualidad se organizan asiduamente cursos de geología de campo en el área de Rodalquilar, como las vistas anuales de algunas de las Facultades de Geología de España, con una duración media de 2 días y un número aproximado de 40 personas por cada Facultad. Esto ocasiona unos ingresos a la hostelería local que se pueden estimar en unos 30 € por persona, es decir, unos 1200 € por Facultad, pudiendo ser 5 las Facultades por año. También existe la organización de cursos internacionales sobre reservorios carbonatados para la industria petrolera y que cuentan con una duración media de 5 días, una asistencia media de 15 personas y un elevado precio de inscripción (que puede pasar lo 1.000 € / persona). No se deben olvidar los ingresos de la hostelería local, originados por estas personas con gastos pagados por su compañía (cada persona puede generar unos 2.000 € (inscripción + hostelería) de gastos totales = un total de 30.000 € por cada curso impartido, sobre un total de tres cursos anuales posibles). En total supondrían 90.000 € por año

VALORES DE NO USO

Ante la falta de encuestas adecuadas se recurre a la determinación de los valores de Existencia, Legación, Opción y de Casi opción mediante el método del Valor del Viaje.

Método del Valor del Viaje

La aplicación del método de los Gastos del Viaje se ha realizado apoyándose en un excelente trabajo encargado a TRAGSATEC por la Comunidad Autónoma de Navarra en el año 1999 sobre la valoración de la biodiversidad en los parques naturales de Navarra. Las consideraciones de cálculo son las siguientes:

Concentraciones de población	Distancia a Rodalquilar	Gasto por visitante (actualizado del trabajo de la CFN)
Aglomeración de Almería	Anillo 2 (35-45km)	13,8 €
Zona de Aguadulce Roquetas	Anillo 3 (50-60 km)	20,8 €
Mojácar y norte de Almería	Anillo 4 (70-80 km)	27,8 €

De nuevo, apoyándonos en la distribución de visitantes en función de la distancia al punto de partida detectada en los parques navarros, pero relacionándola con la cantidad previsible de visitantes al Parque Natural e Histórico de Cabo de Gata. Para ello se han considerado los cuatro espacios más importantes de España albergando un patrimonio histórico-minero de importancia. La media de la cantidad de sus visitantes es de 36.000 por año. Su distribución, en este caso quedaría condicionada por la población, según el cuadro,

Concentración aproximada de población
300.000 h (35-45km)
100.000 h (50-60 km)
50.000 h (70-80 km)

Y la facilidad de transporte reducida a la distancia origen-destino, tomando la referencia de la distribución detectada en la CFN pero con la previsión total de 36.000 visitantes.

	Número de visitantes/año
Anillo 2 (35-45km)	25.700
Anillo 3 (50-60 km)	8.500
Anillo 4 (70-80 km)	1.800
Total	36.000

Y la previsión de gastos,

	Gastos según origen
Anillo 2 (35-45km)	470.310 €
Anillo 3 (50-60 km)	176.800 €
Anillo 4 (70-80 km)	50.040 €
Total	697.150 €

RESULTADO FINAL DE LA VALORACIÓN

Acumulando los valores antes obtenidos se llega a la siguiente valoración:

Valor total patrimonial y natural de Cabo de Gata		
Valor del oro recuperable	10.780	10^3 €
Valor paisajístico singular	15.000	10^3 €
Valor cultural	120	10^3 €
Valores de No Uso	700	10^3 €
TOTAL	26.600	10^3 €

Ahora bien, si se considera el valor anterior como una renta de un capital natural, se trataría de encontrar el valor de este activo natural. Para ello tan sólo habría que tener en cuenta la tasa de actualización que generaría la renta anual deducida. Se toma el 2% siguiendo el criterio de valor social utilizado en el estudio de la CAN, teniendo en cuenta a nuestro país como una sociedad desarrollada, y actualizando el valor de la renta total antes calculada (26.600 millones €) menos el activo del valor potencial de la minería de los recursos del oro existentes (10.780 millones €), ya que estos solamente generarían renta una sola vez (no son recursos renovables). Este procedimiento nos produciría el valor final de 791 M €.

BIBLIOGRAFÍA

- **Dixon, J.A., Pagiola, S. y Agostini, P. (2000):** "Valuating the invaluable: approaches and applications" Environment Dep. World Bank.
- **Elorrieta, J.L. y Castellano, E. (1999):** "Valoración integral de la conservación de la biodiversidad de la Comunidad Foral de Navarra" www.cfnavarra.es.
- **Environment of Australia (2002):** "Estimating values for Australian native forest" www.ea.gov.
- **Espí, J.A. y Seijas, E. (1999):** "Análisis Coste-Beneficio Ambiental de los agregados naturales y artificiales, yesos y granito ornamental de la Comunidad Autónoma de Madrid" Informe interno de la CAM.
- **IGME (2003):** "ACBA y ACV de la minería de los minerales no metálicos de España" En La Industria Extractiva no Energética y el Medio Ambiente en el Marco del Desarrollo Sostenible (en prensa).
- **Merlo, M. y Rojas, E. (2000):** "Valoración del Bosque Mediterráneo" Land Use Policy. 17. p. 197-208.
- **Rolfe, A.F., Bennett, J. y Louviere, J. (2000):** "Choice modelling and its potential application to tropical rainforest preservation" Ecological Economics 35 p. 289-302.
- **Seild, A.F., Dos Santos, J. y Steffena (2001):** "Cattle ranching and deforestation in the Brazilian Pantanal". Ecological Economics 36. p.413-425.
- **Shrestha, R.K., Seild, A. y Moraes, A.S. (2002):** "Value of recreational fishing in the Brazilian Pantanal. Ecological Economics 42. p.289-299.
- **Snedaker, S.C. (2002):** "Traditional uses south American mangrove resources and socio-economic effect of ecosystem changes" www.edu./unmpress.htm.
- **Torras, M. (2000):** "Aprovechamiento ganadero y deforestación en el Pantanal brasileño" Ecological Economics 36. p. 283-297.
- **World Bank (1996):** "Handbook on economic analysis and investment operations" World Bank. Operations Policy Department.
- **World Bank (2002):** "Monitoring evaluation: some tools methods and approaches" www.worldbank.org.

El papel de la Administración Local en la valorización del patrimonio minero metalúrgico de Linares

A. Moreno Rivilla y M.ªJ. Antonaya Liébana
O.A.L. "Industria y Paisaje" - Ayuntamiento de Linares.
caranto30@hotmail.com - amrivilla@telefonica.net

RESUMEN

Cuando se analizan los procesos que se vienen produciendo en diferentes territorios de nuestro país para recuperar y conservar el patrimonio minero metalúrgico, observamos que existe una palpable y significativa diversidad. Los agentes que intervienen en la valorización de ese patrimonio dependen, naturalmente, de las circunstancias por las que atraviesa cada zona. Así, por citar tan sólo una cuestión, variará mucho según la lejanía temporal de la dependencia económica local de ese sector productivo, como también el final más o menos "traumático" de dicha actividad.

Si por algo detectamos la caracterización de los distintos territorios afectados es por su génesis. Sin entrar en lo que haya podido suceder en otros lugares, lo que resulta incontestable es que el proceso de dinamización, en el caso de Linares, ha partido de la sociedad civil. La Administración Local ha entrado, primero muy puntualmente, y desde un determinado momento con una voluntad firme a colaborar en que aquellas "ruinas" ligadas a la minería y la industria puedan convertirse en un recurso más para nuestro desarrollo. Repasar aspectos de ese ya largo caminar de "cooperación" es lo que desarrollaremos en esta comunicación, en el convencimiento de la inexistencia de "modelos mágicos" para su aplicación, y por tanto, considerando la flexibilidad, el diálogo y, como consecuencia de ello, el consenso con los actores implicados, como cuestiones claves a la hora de llevar a buen término algo que es de responsabilidad común y que como tal hemos de entender.

Palabras clave: Cooperación, Diversidad, Procesos, Ruinas, Señas de Identidad, Valorización (Investigación, Diagnóstico, Protección, Difusión, Consolidación, Restauración, Reutilización).

ABSTRACT

The Local Administration role in the Mining and Metallurgist Heritage "valuation (put in value)". When we analyse the process that are being produced in several territories of our country to recuperate and to preserve the mining and metallurgist heritage, we can notice an evident and significant diversity. The agents involved in the heritage "valuation" depend, obviously, of the circumstances which the area is going through. The characterization of the afected territories is determined by their genesis. Then, in the Linares case, it is uncontested that the intervention process is originated from the civil society. The Local administration had participated, punctually first, and with firm determination from a certain moment, to contribute in order to those "ruins", linked with the mining and the industry, can become in a resource for our development.

Key words: *Cooperation, Diversity, Identity signs, Process, Ruins, Valuation "Put in value" (investigation, diagnostic, protection, spread, consolidation, restoration, re-use).*

INTRODUCCIÓN

El ingeniero de minas Enrique Naranjo de la Garza, persona de significado especial en la historia de la minería contemporánea del distrito minero Linares-La Carolina, decía en un informe publicado en 1885: "Sensible es confesarlo: pero Linares que puede ostentar con orgullo la riqueza mineral de su suelo, está a punto de perderla por no

saberla esplotar (sic)" (Naranjo, E., 1885: 9). Y, -refiriéndose más concretamente a los métodos utilizados en dicha explotación minera-, continuaba unos párrafos más adelante: "Aquí el disfrute se anticipa a la preparación y a la investigación, respondiendo las labores que se abren a la necesidad de atacar de alguna manera el filón, a la necesidad de la ventilación, del transporte, del paso, más no a preparar macizos en condiciones de ventajoso arranque" (Naranjo, E., 1885, 13).

Las concluyentes frases de este ingeniero nos han servido para, teniéndolas presentes en otros tiempos y en diferente objeto de intervención, intentar no caer en lo que consideramos como uno de los males endémicos de nuestra zona: "aprovechar/explotar" mal los recursos, "atacar el filón" -utilizando la terminología minera- de cualquier forma. Así en el largo trayecto que se lleva en relación con el patrimonio minero metalúrgico de este territorio, entendemos que tiene una importancia estimable el haber seguido un camino de investigación, diagnóstico, planificación, difusión... como vías, más o menos secuenciadas, a la hora de aplicar la manera de abordar la valorización de unas "ruinas" dispersas por nuestro territorio que sólo contaban, por un lado, con el aprecio -básicamente sentimental- de quienes habían desarrollado su trabajo en ese sector productivo, y, por otro, con el afán expoliador de quienes veían una fuente de ingresos en sus actuaciones depredadoras en aquellos restos existentes.

Lo cierto es que ahora que, después de muchos avatares, parece incuestionable que el patrimonio minero industrial de Linares tiene potencialidad suficiente como para convertirse en un recurso para el desarrollo de la zona, nos vienen a la memoria unas frases escritas hace diez años, que literalmente decían: "... es preciso luchar contra el pesimismo y dejar de percibir esas hileras de construcciones como la plasmación de un fracaso; porque nadie conmemora ni festeja derrotas y porque Linares no puede quedar postrada de espaldas a su historia, esperando que los olivos oculten las ruinas progresivas de las fundiciones..." (Puente, P., 1996, 93).

Y ello siempre desde la consideración de que, aunque no desdeñemos la idea de que este recurso -nuestro patrimonio minero industrial-, sirva para autofinanciar, al menos, las actuaciones que en torno a él se produzcan, nuestro planteamiento viene a coincidir con aquel otro que sitúa en primer lugar la potenciación de la autoestima de la población y la cohesión social que ello puede llevar implícito como motor de arranque de algo que se dará por añadidura. De hecho, sin perjuicio de un posible error de apreciación, estimamos que un verdadero reconocimiento de nuestras "señas de identidad" ha de convertirse en el eje a considerar en unas intervenciones rigurosas que podrían, en otro caso, desvirtuarse fácilmente hacia vertientes mercantilistas de dudoso resultado.

Por tanto, recurso para el desarrollo sí, pero entendiendo bien éste como una suma de lo social, lo cultural, lo educativo, lo medioambiental..., y naturalmente, lo económico; sin que, en ningún caso, éste último factor deba prevalecer sobre el resto.

LA VALORIZACIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL DE LINARES: UN EJEMPLO SINGULAR ENTRE UNA DIVERSIDAD DE PROCESOS

Con lo hasta ahora expuesto tratamos de situar nuestra acción que, como todas las demás surgidas en el Estado español, entendemos que son el resultado de las circunstancias que las rodean. En ese sentido, distinguiríamos dos aspectos básicos que nos parecen determinantes:

a) Las características concretas y particulares de quienes ejercen las funciones dinamizadoras del proceso de valorización del patrimonio industrial en cada lugar, y
b) El significado actual que el sector productivo en cuestión ocupa en la zona objeto de la intervención.

En lo que respecta a la primera cuestión, por citar tan sólo algunos ejemplos, es muy distinto que tal función dinamizadora la ejerza una fundación constituida al hilo de una crisis industrial del sector; que sea algún organismo de la Administración quien lo promueva; que dicho organismo esté íntimamente relacionado con el mundo de la técnica o de las humanidades; que se trate del proyecto personal de un político que crea en el tema; o que, como en el

caso de Linares, sea desde la propia sociedad civil, a través de una asociación, desde donde inicialmente se hayan sentado las bases del trabajo a desarrollar, coparticipando con posterioridad activamente en todo el proceso, en el que, desde un momento dado, la Administración, liderada en este caso por el Alcalde de la ciudad, decidió apostar firmemente y trabajar al unísono con aquél grupo de "voluntarios".

En cuanto al segundo aspecto, la situación distará mucho según hablemos de un territorio donde la actividad económica tenga aún un peso importante aunque se encuentre en declive; si nos referimos a una zona donde se venga produciendo el final más o menos "traumático" de dicha actividad; o si, como en nuestro caso, su "muerte anunciada" acontecida en 1991, es algo ya lejano para la memoria de la población, aunque siga estando vigente para quienes lo padecieron directamente.



Figura 1. "Estación de Madrid (M.Z.A.)", rehabilitada por la Escuela Taller.

En suma, si analizamos los procesos que se vienen produciendo en diferentes territorios de nuestro país para recuperar y conservar el patrimonio minero metalúrgico, observamos que existe una palpable y significativa diversidad. Por utilizar un referente, haremos mención especial al caso de Almadén -ponencia marco en la que se inscribe esta comunicación-, que conocemos de primera mano gracias a la extrema amabilidad de D. Ángel Hernández Sobrino, Gerente de la Fundación, quien además de mostrarnos con todo lujo de detalles las intervenciones que se vienen produciendo allí y los proyectos de futuro, nos ha facilitado el Plan Director del Parque Minero, un documento que viene a demostrar los beneficios de contar -siempre que sea posible- con planes globales que encaminen sin vacilaciones las líneas a seguir (Quality Grupo, 2003).

Es a éste nivel cuando nos planteamos algunas interrogantes de forma comparativa: ¿cómo extrapolar a otros territorios las circunstancias específicas de una explotación estatal que entró en crisis y cerró, el caso de Almadén,



Figura 2. Cartel tipo de la red de senderos.

pero que disponía de un patrimonio extraordinario, y lo que nos parece más importante de un PATRIMONIO "culturalmente" reconocido desde 1992 por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha?, ¿cómo comparar la dependencia económica del sector minero de ese pueblo castellano manchego con poblaciones como la nuestra, donde la paralización de la minería en 1991 era algo más que sabida y anunciada, y cuando además el sector, porcentualmente, apenas representaba ya una parte ínfima entre las actividades productivas locales?; ¿cómo explicar que en tres o cuatro años se puedan plantear en Almadén actuaciones a las que, en nuestro caso, es mucho más coherente no ponerles "fecha de caducidad"?

En plena conexión con ello hay que subrayar la génesis de este tema en los distintos territorios afectados, sin entrar en lo que haya podido suceder en otros lugares -algo que, por otra parte, no conocemos con detalle-, lo que resulta incontestable es que en Linares el protagonismo del origen y posterior desarrollo del cambio, ha surgido desde la sociedad civil. Y todo ello tiene su fundamento en la elaboración y posterior ejecución del "Proyecto Arrayanes" (Casado, C., *et al.*, 1991) que ha servido para empujar de cara a la valorización de este tipo de patrimonio. Así, un grupo de personas, asociados primero bajo la denominación "Taller de Historia" y más tarde como "Colectivo Proyecto Arrayanes" se vienen esforzando en convertir los testimonios que aún perviven en elementos dinamizadores y catalizadores de la vida social, cultural y turística de la comarca.

LA PARTICIPACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE LINARES

Y en todo este proceso -como apuntábamos-, ¿cuál ha sido el papel que ha ido jugando la Administración?.

La Administración Local ha entrado, primero muy puntualmente, y desde un determinado momento con una voluntad firme, a colaborar en que aquellas "ruinas" ligadas a la minería y la industria puedan convertirse en un ver-

dadero recurso para nuestro desarrollo. En consecuencia, tenemos que hablar de dos etapas claramente diferenciadas: una primera que sería aquella que iría desde 1991 hasta el año 2000; y otra que comienza a partir de esa fecha cuando el equipo de gobierno, encabezado por el Alcalde, comienza a realizar gestiones y a tomar medidas que aceleran enormemente el proceso.

En la primera fase, por parte del Ayuntamiento -sobradamente conocedor del "Proyecto Arrayanes" incluso antes de su difusión-, sólo hubo colaboraciones esporádicas para la celebración de Jornadas, Exposiciones..., que no obstante sirvieron para ayudar a que los promotores del proyecto "mantuvieran viva la llama" en su estrategia de demostrar a la sociedad local, cada cierto tiempo, que el tema, lejos de abandonarse, cada vez les suponía un mayor incentivo.



Figura 3. Centro de Interpretación del Paisaje Minero, en proceso de realización.

En todo caso, y por una cierta casualidad, el Ayuntamiento de Linares promovió ante el INEM un proyecto de Escuela Taller, que se incardinaba en el propio "Proyecto Arrayanes" al que situaba como referente, y que bajo el título "Industria y Paisaje" ponía sus miras principales en rehabilitar, para su reutilización, edificios emblemáticos de la pasada actividad industrial de la ciudad, en franco declive desde comienzos de los años ochenta.

Con la perspectiva que dan once años continuados de trabajo, puede afirmarse que el mayor esfuerzo se ha realizado en una parte del conjunto de instalaciones que conformaban la antigua Estación de ferrocarril de la Compañía M.Z.A., conocida popularmente como "Estación de Madrid", que era el punto de origen, desde el casco urbano, del ferrocarril minero (la línea Linares-Los Salidos) que atravesaba un sector de la zona norte de nuestro término municipal pasando por las proximidades de minas y fundiciones de gran peso específico (Pozo Ancho, San Miguel, San Luis, La Cruz...). En aquella estación se han rehabilitado: el edificio principal, un pequeño pabellón cuyo destino ini-

cial era el de "aseos", la marquesina y un muelle de carga cubierto. Hay que destacar el uso administrativo que, por el momento, se le ha dado al edificio principal, utilizado actualmente en su primera planta como Salón de Plenos del Ayuntamiento, y en su planta baja por el Patronato de Bienestar Social. En cambio, el muelle de carga va a cumplir una función "museística" al acoger el Centro de Interpretación del Paisaje Minero.

Por otro lado, el edificio que albergaba las oficinas de la antigua fábrica de fundición de hierro "La Constancia" -utilizado igualmente por distintos servicios municipales-, y un antiguo matadero cuyo destino ha sido el de Centro Polivalente de Servicios Sociales, son los otros dos grandes ejemplos, ya concluidos, de rehabilitaciones que contaron con la ayuda para su finalización de algunas empresas que cubrieron las tareas no incluidas en los talleres de los que disponía la Escuela Taller.

Al margen de todas estas obras, decisivas para recuperar el "continente" de esos edificios industriales, y que situamos a caballo entre la primera y la segunda etapa que referíamos, resumiríamos la evidencia del interés municipal por este tipo de patrimonio, a partir del año 2000, en los siguientes aspectos:

- el apoyo decidido a la Catalogación Genérica Colectiva de 65 restos patrimoniales de este tipo (BOJA nª 8, de 14 de enero de 2004), llevada a cabo por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, lo que representa una 1ª fase de protección que se va a completar con una 2ª, en la que se incluyen 69 restos más.
- la realización de varios convenios con la Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía, lo que ha permitido: a) la creación de una red de senderos de pequeño recorrido por la zona minera, basados en un estudio y posterior ejecución de la Federación Andaluza de Montañismo; b) la elaboración de los contenidos del Centro de Interpretación del Patrimonio Minero, que muy próximamente estarán expuestos al público, y; c) la adecuación turística de una "Torre de Perdigones" y las naves anexas, en la antigua fundición de "La Cruz", cuya ejecución se encuentra en un proceso avanzado.
- la inminente firma de distintos convenios: por una parte, con la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de nuestra comunidad autónoma, y por otra, con las áreas de Cultura y Deporte y de Promoción Turística de la Diputación Provincial de Jaén, que estamos seguros van a convertir, definitivamente, al patrimonio minero industrial en el principal activo de un proyecto singular para el desarrollo local de Linares y los municipios de su entorno y para la propia transformación urbana que viene produciéndose, y, por último,
- la ubicación, con carácter simbólico, en pleno casco urbano, de una "cabria" (denominada en otros lugares como "castillete"), y la reubicación de la simbólica imagen del "minero" que se ha aproximado al centro comercial de la ciudad.

En numerosas ocasiones hemos insistido en que lo menos importante para nosotros sería la denominación museística que le demos. Sabemos que las piezas están en el territorio; sabemos que algunas simplemente deberían consolidarse, otras restaurarse y aún otras, las más significativas, rehabilitarse para su reutilización; consideramos que, en ese sentido la creación de "rutas mineras" tiene un atractivo excepcional, que se verá reforzado por el inicio del recorrido desde un lugar "emblemático" de la ciudad "industrial", concretamente la antigua "Estación de Madrid" que, en pleno casco urbano, va a jugar inicialmente un papel que variará con el tiempo hasta convertirla en el Centro de Recepción de Visitantes.

Nuestra apertura de miras, no obstante, nos lleva a inclinarnos, inicialmente, por el ecomuseo en la más amplia y evolutiva concepción de G.H. Riviére, sobre todo en cuanto supone su aportación en dos líneas que consideramos fundamentales:

- la puesta en valor del patrimonio, cultural y natural, y
- una concepción dinámica del patrimonio que implica proteger, desvelar su identidad y favorecer el desarrollo equilibrado (Troitiño, M.A., 1998).

No obstante, como señala este mismo autor, lo importante no es el término sino su contenido, y tanto en el caso de los ecomuseos, como los parques culturales o los parques comunitarios, o los que también podrían denominar-



Figura 4. Antiguos Talleres Electromecánicos de la Fundición La Cruz, que formarán parte del Centro de Interpretación de la Metalurgia.

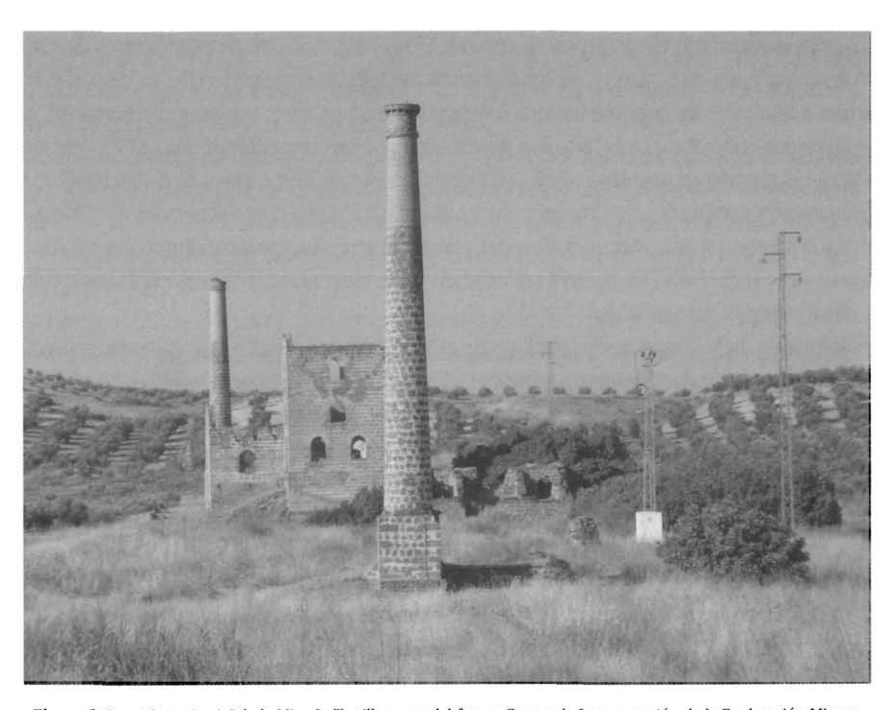


Figura 5. Pozo "Santa Annie" de la Mina La Tortilla, parte del futuro Centro de Interpretación de la Explotación Minera.

se "centros de interpretación del territorio", son todos ellos instrumentos que, adaptados a las diversas realidades, pueden servir tanto para valorizar el patrimonio cultural como para difundir una nueva cultura del desarrollo, cultura donde la "memoria colectiva" se convierte en el primer patrimonio de unos programas que deben desarrollarse con la participación activa de la población local" (Troitiño, M.A., 1995).

A modo de resumen, en cuanto a previsión de futuras actuaciones a las que no son ajenas ni la Administración Local ni el Colectivo Proyecto Arrayanes, de forma secuenciada, lo más destacable consistiría en lo siguiente:

a) a corto plazo, la próxima puesta en funcionamiento del referido Centro de Interpretación del Paisaje Minero, en íntima conexión con la consolidación y reforzamiento del papel que ha de jugar la red de senderos ya constituida,
b) a medio plazo, la adecuación turística de un sector de la antigua fundición de plomo "La Cruz", en el que se incluye la citada "Torre de Perdigones" que, en su conjunto, se pretende convertir en un Centro de Interpretación de la Metalurgia, y
c) a largo plazo, dos actuaciones complementarias: de un lado, la configuración de un Centro de Interpretación de la Explotación Minera, y más concretamente de aquel tipo de explotación ligada al vapor; y, de otro, la realización de un Centro de Interpretación del Ferrocarril en un antiguo muelle de carga mixto (cubierto y descubierto) de la Estación Linares-Baeza, nudo ferroviario histórico en Andalucía hasta la aparición de la línea del AVE. Hemos de indicar al respecto de estas intervenciones que si bien esta última dependerá mucho más de la voluntad de RENFE, con la que se mantuvieron unos contactos que, por el momento, no han dado frutos, en cuanto a la primera, al día de hoy, tiene todos los visos de convertirse en la acción emblemática pionera que la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía, a través de su Dirección General de Arquitectura y Vivienda, pretende desarrollar en nuestra región.

A la vista de todo lo anterior, nos parece claro que se trata de ir cerrando actuaciones, de ir consolidando lo que ya tenemos, de aproximarnos a otras que, cuando la propiedad de los terrenos no era municipal, resultaban inalcanzables. Si sabemos sumar, coordinadamente, lo que puede suponer cada uno de esos Centros de Interpretación, al margen de las actuaciones que otros municipios diseñen, entendemos que estaremos en disposición de ofrecer algo que interese a una parte de la población que hoy día demanda conocer una mayor variedad de "culturas". La nuestra, tiene su origen, sobre todo en la "eclosión minera" de los años cincuenta del siglo XIX, y tenemos la obligación de ponerla a disposición de quienes deseen acercarse a ella. Somos conscientes de la dificultad de la empresa, máxime cuándo nuestra perspectiva no sitúa en primer lugar al patrimonio como generador de riqueza a través del turismo. Estemos o no equivocados, llevamos años defendiendo que el patrimonio cultural derivado de la actividad industrial, -apenas aún reconocido en nuestra comunidad- tiene unos grandes valores educativos, culturales y recreativos. Lo demás, vendrá por añadidura.

Como se desprende de las anteriores páginas, desde el año 2000, aunque con puntuales discrepancias, el grado de colaboración entre el Colectivo Proyecto Arrayanes y el Ayuntamiento de Linares ha ido en aumento, implicando a distintas Consejerías de la Junta de Andalucía; cooperando en actividades realizadas desde la Escuela Universitaria Politécnica; ayudando, cada uno en su medida, en la inscripción Genérica Colectiva de numerosos lugares ligados a la minería, la industria y el ferrocarril dentro del Catálogo General del Patrimonio Histórico de Andalucía y, en definitiva, siguiendo aquella línea descrita suficientemente en el documento que pocos discuten como el origen del ya largo recorrido.

CONCLUSIONES

Hace varios años, con motivo del Congreso de la SEDPGYM, celebrado en Linares, ya apuntábamos que desde el

ámbito local se percibía: 1º) que la cooperación entre los agentes locales comenzaba a ser una realidad y, 2º) que las Administraciones Públicas empezaban a defender como algo que les pertenecía la necesidad de proteger, conservar y, en su caso, promocionar, los testimonios singulares de nuestro pasado productivo minero industrial (Moreno, A., 2000, 256).

Cuatro años después, la constatación de aquello es evidente, justificándose, a nuestro entender, la particularidad de lo realizado en cuestiones como las siguientes: a) en la concepción global del planteamiento inicial -véase el "Proyecto Arrayanes", realizado por una asociación cultural-; b) en la perspectiva desde la que se ha enfocado siempre el patrimonio industrial de la zona; c) en la dinámica que se ha seguido, con un alto grado de flexibilidad pero con la aplicación de unas premisas "innegociables", entendiendo que sólo así se podrán preservar sus valores estéticos, simbólicos, históricos, económicos y científicos, lo que, en suma, significará que al hablar de desarrollo local al amparo de este tipo de patrimonio, sí estemos hablando, en efecto, de un desarrollo sostenible, y d) en esa aceptación, que hemos reiterado, desde una determinada fecha, por parte de las autoridades locales, de dicho "Proyecto Arrayanes", lo que ha traído como consecuencia que se estén llevando a la práctica actualmente actuaciones que tienen una entidad considerable, y que, estamos convencidos, nos van a llevar a alcanzar muchos de los objetivos planteados en los inicios.

En el trayecto, nos hemos apoyado en las palabras que testimoniaban quienes, siendo expertos en el tema, han ido pasando por Linares. En nuestra modesta estrategia, hemos trabajado convencidos de que sólo la opinión de quienes vinieran de fuera podría alcanzar una cierta repercusión en la población local. En ese aspecto parece no habernos equivocado. La espoleta, tal vez, la encontramos en la calificación del "Secreto mejor guardado de Europa" que titulaba un artículo de un periódico de Cornualles, cuando a la vuelta de su visita con motivo de Minet, en 1999, la delegación inglesa expuso la densidad de nuestros restos arquitectónicos y el buen estado en que se encontraban, algo que venía a confirmarnos aquello que sin demasiado éxito veníamos pregonando hacía ya casi una década.

En relación a ello, hemos de decir que el complejo proceso de valorización del patrimonio industrial de Linares se ha basado en ir creando circunstancias -y la anterior es una más- hasta conseguir que aquello que representaban unas "ruinas" diseminadas a lo largo y ancho de nuestro territorio se pudieran convertir, -algo que creemos que está a punto de producirse-, en elementos dinamizadores y catalizadores en el desarrollo, entre otras, de una faceta del turismo cultural de la comarca norte de la provincia de Jaén.

Unas Jornadas, celebradas en Linares en junio de 1995, fueron especialmente proclives a animarnos y comprometernos en la defensa de este tipo de patrimonio. Expresiones como las de la profesora Pérez Sierra "obligaban", sin duda, a ello: "No sé si los linarenses son conscientes de lo que tienen, pero tienen mucho y quizá deben aceptar la responsabilidad que les atañe en el desconocimiento que de su magnífico patrimonio tenemos el resto de los españoles" (Pérez, C., 1996, 56).

No menos esclarecedoras nos parecieron aquellas frases que decían: "Linares no necesita una exposición, ni tampoco un museo. Es en sí mismo un espacio museográfico que necesita intervenciones de protección y consolidación, primero, y de musealización para mejorar y potenciar su lectura, después" (Puente, P., 1996, 91).

Y qué decir de las reflexiones del siempre recordado profesor Estébanez, cuando afirmaba: "... el legado minero-industrial inscrito en el paisaje, supone, según mi entender, un recurso que desarrollado adecuadamente, tendrá el efecto tranformador revolucionario similar al de la minería del plomo, la metalurgia o la industria de automoción". (Estébanez, J., 1996, 32).

Planteamientos como los anteriores, a los que habría que sumar el que nos aportaron otras muchas personas, y el acercamiento cada vez más profundo al tema, unidos a una actitud paciente y tenaz, nos sitúan actualmente en una posición de privilegio a la hora de seguir insistiendo, desde lo local, en aquella que siempre ha sido nuestra idea central: la necesidad de buscar la autoestima de la población a través del conocimiento de sus verdaderas "señas de identidad", al margen de mitos y tópicos (Moreno, A., 1999, 176) algo que conseguiremos lograr cuando aquellas "ruinas" pasen a formar parte de la memoria colectiva de esta población.

BIBLIOGRAFÍA

- **Casado, C., Gómez, M., Moreno, A. y Ramírez, J.M. (1991):** *Arrayanes. Proyecto de recuperación del patrimonio arqueológico minero-industrial.* Taller de Historia. Linares. 24 pp.
- **Estébanez Alvarez, J. (1996):** Desarrollo endógeno, recursos humanos a nivel comarcal y economía global. En: Domínguez, Mª C. *et al.* (Coords.). *El desarrollo integral de una comarca en transformación.* UNED, Madrid, 31-44.
- **Moreno Rivilla, A. (1999):** El distrito minero Linares-La Carolina. ¿El secreto mejor guardado de Europa?. *Demófilo*, 32, 167-179.
- **Moreno Rivilla, A. (2000):** El paisaje minero de Linares (Jaén): memoria histórica, patrimonio cultural y recurso turístico. En: Rábano, I. (Ed.). *Patrimonio geológico y minero en el marco del desarrollo sostenible.* Colección Temas Geológico-Mineros, Vol. 31, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 249-259.
- **Naranjo de la Garza, E. (1885):** *Las minas de Linares ante la crisis industrial.* Tipografía de Garrido. Linares.
- **Pérez Sierra, C. (1996):** El estudio del medio como base del desarrollo comunitario. En: Domínguez, Mª C. *et al.* (Coords.). *El desarrollo integral de una comarca en transformación.* UNED, Madrid, 51-57.
- **Puente Aparicio, P. (1996):** El patrimonio cultural, ¿un recurso para el desarrollo comarcal?. En: Domínguez, Mª C. *et al.* (Coords.). *El desarrollo integral de una comarca en transformación.* UNED, Madrid, 87-93.
- **Quality Grupo (2003):** *Plan director del parque minero de Almadén.*
- **Troitiño Vinuesa, M.A. (1995):** Valorización del patrimonio cultural, en VI Seminario Internacional sobre Desarrollo Local y Medio Ambiente: Cultura y Desarrollo Rural, U.I.M.P., Cuenca, inédito.
- **Troitiño Vinuesa, M.A. (1998):** Educación, cultura y desarrollo local sostenible. En la obra colectiva *Educación y Empleo*, Madrid. (en prensa).

La labor de la Asociación de Amigos de las Salinas de Interior en defensa de las explotaciones tradicionales de sal

J.F. Carrasco y K. Hueso
Asociación de Amigos de las Salinas de Interior.
katia@silente.net

RESUMEN

En 2002 se presentó en Sigüenza (Guadalajara) la Asociación de Amigos de las Salinas de Interior para luchar contra el abandono al que se han visto abocadas las explotaciones tradicionales de sal. Los objetivos de la Asociación incluyen la protección del patrimonio cultural y natural del paisaje de la sal, la difusión de los conocimientos relacionados con el tema y el contacto con estudiosos de los numerosos campos que pueden desarrollar su actividad en el entorno de las salinas. Desde entonces, la Asociación ha tenido contactos institucionales con administraciones públicas, universidades y otras ONGs, ha realizado actividades divulgativas sobre los valores del paisaje de la sal, ha participado en eventos científicos y ha aparecido en medios de comunicación nacionales y regionales.

Palabras clave: asociacionismo, paisaje, patrimonio cultural, patrimonio natural, sal, salinas.

ABSTRACT

In 2002, the Association of Friends of Inland Salinas was presented in Sigüenza (Guadalajara), with the aim of fighting the abandonment of traditional salt making sites. The goals of the Association include the protection of the natural and cultural heritage saltscapes, the dissemination of the related knowledge and liaise scientists interested in salinas. From then on, the Association has established contacts at institutional level with public authorities, universities and other NGOs, it has performed dissemination activities on the values of saltscapes, participated in scientific events and appeared in regional and national media.

Key words: *association, cultural heritage, landscape, natural heritage, Salinas, salt.*

INTRODUCCIÓN

El día 14 de diciembre de 2002 se presentó en Sigüenza (Guadalajara) la Asociación Cultural de Amigos de las Salinas de Interior (ACASI). Entre sus objetivos están la protección del patrimonio cultural y natural de las explotaciones tradicionales de sal, la difusión de los conocimientos que reúna y genere, y el contacto con estudiosos de los numerosos campos que pueden desarrollar su actividad en el entorno de las salinas.

La Asociación surgió a partir de la inquietud de un grupo de personas que compartían la misma preocupación: intentar salvar de la ruina las últimas salinas del valle del río Salado en el norte de la provincia de Guadalajara. De entre todas estas llaman la atención las situadas junto a los pueblos de Imón y La Olmeda de Jadraque. Incluso las de Imón tienen categoría de monumento y fueron declaradas Bien de Interés Cultural en 1992 por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Sin embargo eso no ha servido más que para otorgarles una protección teórica y, desde la última cosecha en el verano de 1993, entraron en galopante deterioro: igual que todas las demás que no tienen ninguna distinción oficial.

Así pues, con la intención de remover conciencias y aglutinar esfuerzos y recursos nació la Asociación. En ese momento con la vista puesta en unos ejemplos de salinas de interior muy especiales por alguna de sus características, el tamaño por ejemplo, y modelos de un tipo de construcción reflejo de otra época y otros usos.

Enseguida resultó evidente que los problemas por los que atravesaban las salinas de Guadalajara y los de otras explotaciones similares en otras regiones (y aún otros países y continentes) eran muy parecidos. Las diferencias estaban más en si se intentaba solventarlos, primero, y las alternativas para hacerlo, después.

Entonces se puso el énfasis en hacer ver a propietarios y administraciones cómo se estaba trabajando en otros lugares con problemas parecidos. Pero hubo que reconsiderar la estrategia puesto que, los que nosotros considerábamos actores principales de un mismo drama, veían panoramas diferentes. Presentamos, pues, nuestra visión en la que el problema aparece como algo común a varios protagonistas y, sobre todo, que propietarios y administraciones estaban implicados en la posible solución.

Dado que en la Asociación se reunió un grupo de personas con perfiles profesionales muy variados, se presentaron alternativas en diferentes campos. Pero con un objetivo único y claro: salvar de la ruina esos lugares y lo que representan. Hasta ahora todos estos intentos han fracasado. El objetivo de implicar a los propietarios y las administraciones responsables en la salvación de unas instalaciones que son un ejemplo único de arquitectura pre industrial no se ha cumplido.

Tal vez es una consecuencia de la multifacética personalidad de unos lugares donde se produce una unión extraña entre la agricultura, la minería y ciertos trabajos de extracción asociados a las costas marinas. Algo que, en conjunto, denominamos el paisaje de la sal.

ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA ASOCIACIÓN

Desde su nacimiento, la Asociación ha mantenido contactos con propietarios de salinas, administraciones públicas, universidades y otras asociaciones. Ha realizado actividades educativas y divulgativas sobre los valores del paisaje de la sal, ha participado en eventos científicos y ha aparecido en medios de comunicación de diferentes ámbitos.

Detallando un poco más esas actividades por áreas:

a.- Contactos con propietarios de salinas:

Durante el año 2003 diferentes miembros de la Asociación han entrado en contacto con los propietarios de las salinas de Imón, La Olmeda de Jadraque, Saelices de la Sal y Almallá en Guadalajara, de las Salinas de Añana en Álava y de Poza de la Sal en Burgos.

El *Condominio de Propietarios de las Salinas de Imón y La Olmeda*, en su Junta General del año 2003, acordó otorgar a la Asociación poder de representación para buscar soluciones que permitan recuperar estas dos instalaciones salineras de Guadalajara.

También ha solicitado formalmente formar parte del patronato de la fundación que gestiona las salinas de Saelices de la Sal (Guadalajara) sin respuesta por su parte.

Con los propietarios y con los responsables de los trabajos de restauración que se están desarrollando en las instalaciones salineras de la localidad de Salinas de Añana (Álava) la relación es fluida y las visitas se han sucedido desde hace meses.

Lo mismo ocurre con la Asociación de Amigos de las Salinas de Poza de la Sal en Burgos.

b.- Contactos con instituciones académicas:

La Asociación organizó el curso de verano titulado: "Una visión integrada del paisaje de la sal en el interior peninsular" en colaboración con la Universidad de Alcalá. En él participaron profesores de las Universidades Politécnica y Rey Juan Carlos de Madrid.

Además, la Asociación ha iniciado el proyecto de recuperación de las Salinas de Psili Ammos en Grecia. Esto en colaboración con la Prefectura de Samos y la Universidad del Egeo (Mytilini, Grecia).

c.- Administraciones públicas:

Se han establecido contactos con el Ayuntamiento de Sigüenza en diferentes momentos desde la fundación de la Asociación. De hecho con las dos Corporaciones pues hubo elecciones municipales.

Se han mantenido encuentros con la Diputación Provincial de Guadalajara y la Diputación Foral de Álava, en lo que respecta al ámbito provincial. En cuanto a la administración regional se mantuvieron contactos (en Toledo y Guadalajara) con las Consejerías de Agricultura y Medioambiente y de Educación y Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

También se han establecido relaciones con los Ministerios de Fomento, Cultura y Medio Ambiente. En cuanto a organismos internacionales, la Asociación ha entrado en contacto con la UNESCO, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y la Organización Mundial del Turismo.

Además la Asociación es miembro fundador de la Red de Salinas de MedWet (Mediterranean Wetlands Initiative) y de la sección española del Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH).

d.- Actividades divulgativas:

Desde su fundación la Asociación ha promovido actividades donde se dé a conocer el patrimonio de todo tipo asociado al paisaje de la sal.

Así, se han ofrecido visitas guiadas en las salinas de Imón a interesados que acudieron expresamente o estaban en la zona por otros motivos. Hubo grupos de estudiantes universitarios norteamericanos y un grupo de bibliotecarios procedentes de Europa, América y Australia.

También organizó una visita a Salinas de Añana (Álava) y Poza de la Sal (Burgos).

La Asociación participó, como se ha dicho, en cursos de verano de universidades y colaboró con la SEHA en la Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid. Pero también en fiestas medievales celebradas en Sigüenza y en la presentación de libros que trataban sobre las salinas tradicionales.

Asimismo promovió una exposición de proyectos arquitectónicos tomando como punto de referencia las salinas de Imón. Ahí se mostraban diferentes visiones de trabajos que se podrían acometer en ese lugar.

En octubre de 2003 la Asociación fue la anfitriona de Gilles Desomme en su viaje de 16.000 km. en bicicleta alrededor del Mediterráneo. Gilles realiza este viaje para llamar la atención acerca de la necesidad de conservar el paisaje de la sal y tiene previsto terminar en agosto de 2004.

e.- Participación en eventos:

La fundación oficial de la Asociación fue la confirmación de un movimiento que venía de antes. Algunos miembros habían empezado a participar en distintos acontecimientos (aún antes de conocerse) movidos por el afán de que estos lugares, que agrupamos bajo la denominación de "paisaje de la sal", no desaparecieran.

Desde 1996, por ejemplo, se registran participaciones de miembros de la Asociación en Campos de Trabajo cuyo fin era la recuperación de instalaciones salineras. También se puede rastrear la participación en cursos de verano (como organizadores y como ponentes), en congresos celebrados en diferentes países de Europa y América, como profesionales en proyectos de la Unión Europea, etc.

Una lista detallada de estas y de las demás actividades reseñadas puede obtenerse solicitándola a los autores de este trabajo.

f.- Difusión:

Desde su nacimiento las noticias de la Asociación han aparecido en distintos medios de comunicación llegando así a auditorios más amplios. También en ámbitos más restringidos debido a la participación en eventos de interés específico para profesionales.

Por estas circunstancias, la Asociación es conocida a través de los medios de comunicación (prensa escrita, radio y televisión) por un público más heterogéneo. Son los que viven en el ámbito de influencia de los medios cuya difusión es provincial, en el caso de Guadalajara, o autonómica en el caso de Castilla-La Mancha y Madrid. Las personas de fuera de esas áreas geográficas conocen a la Asociación por su relación a través de algún evento de tipo profesional o académico. En este caso el ámbito de referencia es mundial.

RETOS Y DIFICULTADES

Si se mira por encima la lista de actividades desarrolladas por la Asociación Cultural de Amigos de las Salinas de Interior en el año y medio transcurrido desde su fundación lo primero que puede sorprender es su variedad. Eso dicho de forma elegante, otros lo calificarían de "dispersión".

Si se estudia más atentamente se puede encontrar un hilo conductor. Y ese hilo aparece ya en los objetivos declarados en los Estatutos, en las circunstancias específicas que condujeron a la creación de la Asociación y en el carácter de sus socios y simpatizantes.

En efecto, como se dijo al principio, entre los objetivos de la Asociación están:

- la recuperación y mantenimiento del ecosistema salino y del paisaje asociado a dicho entorno
- la recopilación del conocimiento sobre la producción tradicional de sal y su patrimonio cultural
- la preparación y distribución de material informativo así como la organización de eventos acordes con los fines de la Asociación
- la concienciación de la población y de las administraciones públicas sobre la importancia que tiene la conservación activa del patrimonio en el desarrollo general y
- relacionar a los interesados en estos temas de diferentes regiones y países.

La Asociación es la única en este campo que no está circunscrita al ámbito local. Este carácter nos ha permitido entrar en contacto con organismos y personas de otros lugares. Lo cual ha producido un apreciable conocimiento específico (sobre los problemas de las explotaciones salinas tradicionales) de carácter global y de aplicación local.

Los problemas de las salinas tradicionales son similares en todas partes. Cambian ciertas circunstancias que son las que pueden diferenciar tipos de explotaciones. Efectivamente son diferentes algunos aspectos de las salinas artesanales de costa y de las salinas de interior, pero eso es una cuestión de clasificación y útil para estudios específicos. Los problemas de fondo, los que han condenado a la desaparición a las salinas tradicionales en casi todas partes son los mismos y las soluciones, si es que están a tiempo muchas de ellas, pasan por los mismos caminos.

A grandes rasgos, los problemas son:

- La propiedad de estas instalaciones que suele estar atomizada o poco clara después de generaciones, lo cual no facilita la adopción de medidas de rescate.
- La rentabilidad (si hay actividad todavía) no alcanza ni cotas mínimas. Esto es producto unas veces de una grave confusión empresarial o, más habitual, de una ausencia total de plan de empresa. En cualquier caso la consecuencia es la huida de las personas y el abandono de las instalaciones.
- Competencias administrativas confusas. Una actividad poco corriente como es la extracción tradicional de sal y los lugares donde se produce es algo que afecta a tantas instancias que nadie lo ve de manera conjunta.

Esta personalidad complicada de las salinas tradicionales es la que explica porqué seguimos sin avanzar significativamente en un aspecto: los trabajos de recuperación o restauración de las instalaciones que corren grave riesgo de desaparecer como ya ha pasado con muchas otras antes.

La Asociación no es una administración ni es la propietaria de ninguna salina. No puede sino compartir los conocimientos que ha producido o identificado y poner en contacto a los propietarios y las administraciones públicas, en su caso, para que sean ellos quienes arbitren las soluciones concretas.

En los ejemplos de recuperación de instalaciones salineras que hemos ido conociendo a lo largo de este tiempo siempre ha habido primero una implicación de los propietarios en el proceso. Bien porque se pusieron a la tarea de recuperar el lugar, bien porque hubo un cambio en la naturaleza de la propiedad.

Eso no ha ocurrido en ninguna de las salinas del área donde tuvo su origen la Asociación. Lo cual tiene consecuencias para la propia supervivencia de la organización puesto que algunos interesados consideran un fracaso el que no haya ninguna restauración en marcha.

Mantener el interés de los socios y simpatizantes es uno de los retos más importantes que tenemos por delante. Sin embargo, si no cambia la implicación de los actores con capacidad de decisión será difícil que la asociación gane en poder. La única opción en ese sentido sería convertirse en propietario y para eso no cuenta con fondos suficientes.

Algo más cercana parece estar la posibilidad de que la Asociación gestione un espacio natural junto a una de estas salinas. Para eso hay que obtener una subvención del Ministerio de Medio Ambiente que permita comprar alguna parcela que falta en una zona declarada microrreserva. Esta microrreserva está en unos terrenos adyacentes a las salinas de La Olmeda de Jadraque y se intenta que esos terrenos vuelvan a ser lo que casi siempre fueron: zonas de inundación y prados salinos. En estos momentos aún no se ha convocado dicha subvención.

También hay un proyecto donde se incluyen edificios de las salinas de Imón. Se está preparando una red de rutas turísticas por Castilla-La Mancha. En cada ruta hay un ecomuseo y existe la intención de que, la que pasa por en medio de las salinas, tenga ahí el que le corresponde.

En cuanto a nuestra actividad de intercambio de información y conocimientos, pensamos en organizar una lista de distribución donde se produzca el encuentro entre los interesados en estos temas.

Tenemos una página web (http://salinas.castillalamancha.es) y tratamos de que tenga movimiento además de que allí se pueda encontrar información interesante.

En conclusión, podemos afirmar que la Asociación ha tenido un año inaugural (2003) muy activo y muy productivo en cuanto a difusión y divulgación. Sin embargo corre el peligro de que este ímpetu juvenil se apague como una cerilla si no hay visos de alcanzar nuestro objetivo estrella, que es salvar de la ruina las salinas de Imón y La Olmeda.

Esperemos que estuviera en lo cierto el escritor Antoine de Saint-Exupéry cuando dijo que "en la vida no hay soluciones sino fuerzas en marcha. Es preciso crearlas y las soluciones vienen".

Ojalá hayamos puesto las fuerzas en marcha, no nos fallen, y lleguen con ímpetu las soluciones.

La conservación del patrimonio minero y metalúrgico a través del Museo de la Minería del País Vasco

A. Uriarte Bautista
Fundación Museo de la Minería del País Vasco.
gorri@sinix.net

"Todos mis parientes, castellanos y vascos, fueron mineros. Mi abuelo materno murió en la mina, aplastado por un bloque de mineral. Mi madre trabajó en la mina hasta que se casó; mi padre desde los dieciocho años en que dejó el ejército carlista..., hasta que murió a los 67 años. Mineros fueron mis hermanos y minero mi marido. Soy pues, de pura cepa minera. Nieta, hija, mujer y hermana de mineros. Y nada de la vida de las gentes de la mina es para mi extraño. Ni sus dolores, ni sus afanes, ni su lenguaje, ni su rudeza."

Dolores Ibarruri *"Pasionaria" en El Único Camino*

RESUMEN

Se realiza un breve análisis de las actividades realizadas por la Fundación Museo de la Minería del País Vasco a favor de la conservación del patrimonio minero y metalúrgico. Estas actividades dieron su comienzo en el año 1986 y continuan en este momento lideradas por personal voluntario perteneciente a la Asociación Cultural Museo Minero. Entre las multiples actividades realizadas se encuentra la puesta en marcha de un museo con una gran cantidad de fondos materiales, la realización de publicaciones en todo tipo de soportes, el fomento de la conservación "in Situ" de bienes que intregran o deberían integrar el Patrimonio Cultural Vasco y, muy particularmente, la concienciación de las administraciones públicas del País Vasco de la importacia que tiene el rico patrimonio minero presente en las antiguas minas vascas y la posibilidad de la utilización de éste patrimonio como una fuente de recursos turístico-culturales.

Palabras clave: Conservación del Patrimonio, Museo de la Minería, País Vasco.

La Fundación Museo de la Minería del País Vasco es una entidad sin ánimo de lucro participada por entidades privadas e instituciones públicas, que se encarga de la gestión del Museo del mismo nombre.

Este museo, cuya sede central se encuentra ubicada en la localidad minera de Gallarta en Bizkaia, es el único del País Vasco dedicado a la temática minera, siendo otra de sus particularidades el estar especialmente dedicado a la minería del hierro, algo no frecuente entre los museos ibéricos.

Aunque su apertura definitiva al público se produjo en enero del año 2002, el origen del museo se encuentra en el trabajo de una asociación de voluntarios, la Asociación Cultural Museo Minero, creada en 1986.

La Fundación fue constituida en abril de 2001 con los siguientes objetivos fundacionales:

1. *El fomento del estudio y la divulgación del conocimiento del desarrollo histórico de la actividad minera y de sus consecuencias económicas, sociales y medioambientales.*
2. *La protección y recuperación de los elementos materiales, industriales, urbanos y de infraestructura procedentes de la actividad minera.*
3. *La recuperación y conservación de documentos, archivos, planos, imágenes, dibujos y fotografías procedentes de la época y actividad minera.*
4. *El estudio de los paisajes y elementos del medio natural en cuyo estado actual haya influido la actividad de la minería y el fomento de la conservación o mejora de los que se consideren especialmente relevantes.*

5. *La promoción, teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad, del desarrollo socioeconómico de la zona minera de Bizkaia y el fomento del turismo mediante la divulgación de sus valores culturales y naturales.*
6. *Cualquier otro relacionado con las anteriores*

Esta Fundación pretende gestionar un museo vivo y moderno en el que la vinculación de la labor del voluntario con la del profesional sea una fuente de energía para que el dinamismo de este Museo Minero no deje de existir. Una de las características más relevantes de este Museo es la importancia de la participación del personal voluntario a todos los niveles de gestión. Es particularmente destacable la realización de una dirección totalmente voluntaria (Dirección, gerencia, tesorería etc), lo que genera algunos inconvenientes (especialmente la falta de tiempo que se puede dedicar y por lo tanto una mayor dilación temporal en la toma de decisiones), pero como contrapartida se obtiene un especial dinamismo en el funcionamiento del museo que lo hace especialmente atractivo al visitante.



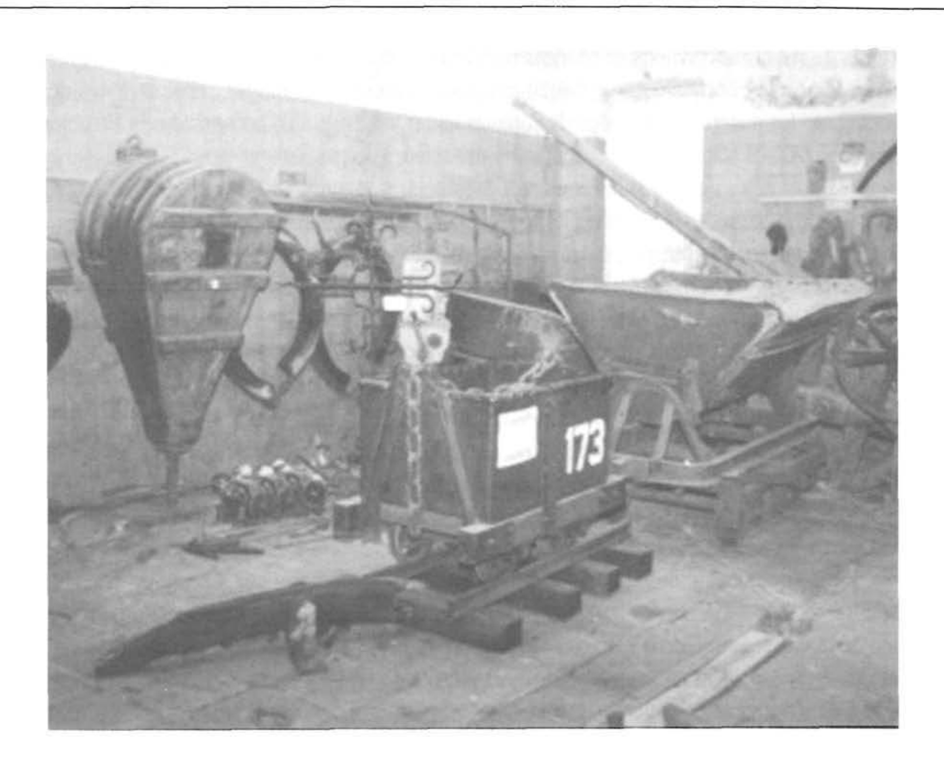
Figura 1. Vagonetas y caballetes en el Museo de la Minería.

Desde un primer momento se ha visto la necesidad de que el Museo actúe en conservación y divulgación del patrimonio mueble de la minería, pero también en la conservación y restauración del rico patrimonio inmueble que existe en la Zona Minera de Bizkaia.

Entre las numerosas actuaciones que ha llevado a cabo para la conservación y recuperación del patrimonio minero del País Vasco se pueden destacar, entre otras muchas, las siguientes:

ACTUACIONES DE CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO MINERO

- Creación de la colección del Museo: Recopilación, restauración, conservación y catalogación de este patrimonio (bienes materiales y documentales).





Figuras 2 y 3. Materiales recuperados y restaurados por la Asociación Cultural Museo Minero.

A lo largo de sus dieciocho años de funcionamiento la Asociación Cultural Museo Minero ha recopilado un gran número de piezas, herramientas y maquinaria procedentes de las antiguas explotaciones de hierro. En muchas ocasiones los materiales proceden de antiguas minas habiendo sido recuperados in situ, bien en superficie o en galerías. Otros materiales proceden de las donaciones de particulares.

Entre estos materiales destaca su colección de vagonetas y vagones de transporte de mineral. También es destacable la recuperación de varios caballetes de líneas de baldes, trómeles de lavado de mineral etc. Entre las piezas de menor tamaño destacan los elementos de uso cotidiano entre los mineros como herramientas de arranque (mailus, azadas, picos, etc.), lámparas, txoklos (calzado típico), teodolitos, barrenas y cucharillas de barrenado, ábacos cuenta vagones etc. Se trata de piezas que algunos casos pueden ser consideradas como las únicas existentes de la época dorada de la minería en Bizkaia, (finales S. XIX y principios de S. XX).

El total de piezas de la colección asciende aproximadamente a más de 9.000, siendo la catalogación de todas ellas una tarea aún no finalizada por la falta de medios del museo.

- Conservación de la memoria de la minería (grabaciones de viejos mineros/as).

En este año de 2004 se ha comenzado una labor sistemática de grabación de documentos orales mediante la realización de entrevistas a personas relacionadas con la minería del hierro en Bizkaia. Esta labor tiene un antecedente en algunas otras grabaciones realizadas esporádicamente en los últimos años del pasado siglo, trabajo que no fue continuado de forma sistemática por falta de recursos y que a partir de este año queremos llevar adelante.

- Protección de minas. Solicitud de declaración de "Bien de Interés Cultural" de la mina de Agruminsa.

En noviembre de 2003 se solicita, por parte del Museo Minero, la declaración de un BIC, Bien de Interés Cultural, de carácter minero. En concreto se solicita la Inclusión en el Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco de la Mina de Agruminsa en Gallarta, Bizkaia. Esta mina fue la última mina de hierro explotada en el País



Figura 4. Antonio Yunquera, con más de 80 años y trabajando para la recuperación del patrimonio minero.

Vasco, (finalizó su explotación en junio de 1993) y tras su cierre quedan en el subsuelo casi 40 kilómetros de galerías y una gran corta a cielo abierto, la mayor sin duda del País Vasco.

- Divulgación del patrimonio: Edición de libros, folletos y documentales.

La principal tarea de divulgación que ejerce el museo se consigue a través de la apertura al público y por medio de la atención de visitas guiadas. Son apenas dos años de apertura al público, desde enero de 2002, en los que más de 25.000 personas han visitado la exposición permanente del museo. La gran mayoría de estas visitas proceden del propio País Vasco, pero no son raras las visitas realizadas por personas de otras comunidades e incluso de otros países Europeos.

Además se han editado libros, folletos, posters y documentales en video relacionados con el museo y la historia y la actividad minera en Bizkaia.

- Divulgación del Patrimonio. Celebración de las ferias de minerales y fósiles "Gallarminer".

La feria anual de minerales y fósiles se ha venido celebrando en los meses de marzo o abril desde el año 1986. Este año se pretende dar un salto cualitativo en la celebración de esta feria que ya cumple su XVII edición, mediante su transformación en una "feria del hierro" en la que además de la tradicional muestra de minerales con venta e intercambio, se realicen muestras del trabajo artesanal del hierro en las fraguas, etc.

ACTUACIONES DE CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO METALÚRGICO

Dentro de este apartado el trabajo se ha centrado básicamente en el estudio y la realización de inventarios sobre las ferrerías de montaña (haizeolas), y de la concienciación de la necesidad de conservación de este patrimonio metalúrgico. Han sido varias las iniciativas en este campo:

- Solicitud de protección de la ferrería de montaña del Campo de los ferrones.

Cuyos restos fueron declarados Bien de Interés Cultural con la categoría de Conjunto Monumental.

- Publicación del libro "Las haizeolas de los montes de Triano o Galdames".
- Proyectos de investigación: inventarios de Ferrerías de montaña de Bizkaia.
    a) Elaboración del inventario de las haizeolas del macizo de Alen, Betaio. Realizado en el año 2003.
    b) Inventario de las haizeolas del macizo de los Montes de Galdames y de los municipios de Carranza, Lanestosa y Trucíos. En proceso de elaboración en este año 2004.

Como síntesis de nuestro trabajo a favor de la conservación del patrimonio minero y metalúrgico del País Vasco hay que destacar un trabajo novedoso en el País Vasco aunque no en otros territorios. Se trata del intento de conservación del patrimonio, en concreto de un área minera

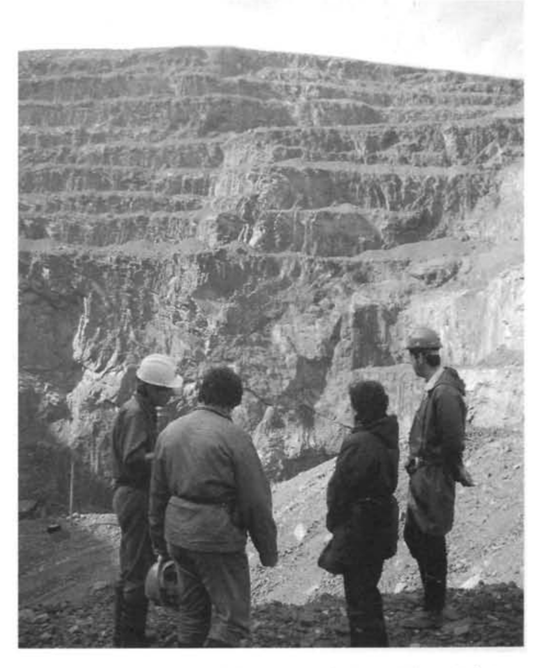


Figura 5. Visita a la corta de la mina Concha II, en Gallarta, Bizkaia.

de montaña que aglutina la presencia de antiguas minas abandonadas, de restos de viejas infraestructuras mineras, de importantes restos de la metalurgia medieval, todo ello englobado en un paisaje minero de gran belleza.

- Conservación de los paisajes mineros: Solicitud de declaración del "Biotopo Protegido de los montes mineros de Galdames".

En el año 2001 el Museo Minero solicitó oficialmente la protección, mediante la aplicación de una figura de la legislación medioambiental, de uno de los más notables paisajes mineros del País Vasco. La solicitud de declaración del *"Biotopo Protegido de los montes mineros de Galdames o Triano"*, fue realizada en conjunto con una entidad investigadora del patrimonio natural vasco, la *"Sociedad de Ciencias Naturales de Sestao"*. Tras la defensa de la solicitud ante la comisión de Ordenación del Territorio del Parlamento Vasco y tras mantener diversas reuniones con responsables políticos de las instituciones vascas, actualmente son ya dos los estudios oficiales que avalan la protección de este enclave, estudios que han sido realizados por encargo del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Igualmente se ha producido ya el aval del órgano consultivo del Gobierno Vasco en materia de conservación de la naturaleza *"Naturzaintza"*. Los trámites por lo tanto se encaminan hacia la protección de este paisaje minero de gran calidad ambiental y todo parece indicar que tarde o temprano se conseguirá dicha protección.

Finalmente las perspectivas de futuro en el museo de la minería se pretenden materializar mediante un nuevo proyecto que garantizará a futuro la labor de conservación y divulgación del patrimonio minero.

- Proyecto de ampliación exterior del Museo y adecuación de la mina de Agruminsa para la visita pública.

En este momento, primavera de 2004, nos encontramos en un momento especialmente importante para el Museo ya que están a punto de concretarse una serie de proyectos largamente acariciados que, en caso de materializarse, harán dar un salto de gigante, en cuanto a medios y a posibilidades de divulgación (y por lo tanto también de conservación) al Museo de la Minería del País Vasco.



Figura 6. Paisajes mineros de gran valor cultural en Galdames, Bizkaia.

El primero de ellos es el de la construcción de un nuevo edificio más amplio, moderno y funcional. Este edificio estará situado en el borde de la corta de la mina de Gallarta. Además incluirá un recorrido exterior en el que se podrá ver y conocer una selección de las grandes piezas mineras y siderúrgicas de la colección del museo. Este proyecto cuenta con el apoyo del Dep. de Empleo y Formación de la Diputación Foral de Bizkaia así como de la Viceconsejería de Turismo del Gobierno Vasco.

El segundo es la adecuación para la visita de la gran mina de Agruminsa, la mina heredera de las dos grandes compañías de la minería vizcaína: La Orconera Iron ore Company Ltd. y de la Franco Belga de Minas de Somorrostro. El Anteproyecto de adecuación de esta mina ha sido desarrollado por el (EVE) Ente Vasco de Energía, y la Fundación está realizando los contactos necesarios para conseguir el apoyo institucional necesario para la conservación de esta mina y para su adecuación para la visita turística.

Recuperación y conservación del patrimonio minero en la comarca de Linares: rescatar una cultura de trabajo

M. Gómez González
Colectivo Proyecto Arrayanes.
miguel.gomez.gonzalez@juntadeandalucia.es

"Durante este siglo los esfuerzos realizados por la sociedad para conservar el Patrimonio Cultural se han *dirigido hacia la obra de valor artístico. A nosotros nos toca, además, conservar el Patrimonio Científico, el Patrimonio Industrial, a través del cual se ha modelado nuestra sociedad reciente.*
Este nuevo patrimonio se tiene que contemplar de forma diferente al Patrimonio Artístico. Su importancia se basa, principalmente, en su valor como testimonio del mundo del trabajo, de las actividades económicas del pasado".

E. Cassanelles *en II Jornadas de Revalorización del Patrimonio Industrial. Barcelona. 1988*

RESUMEN

La actividad minero metalúrgica ha tenido un gran arraigo en la Comarca de Linares. Ha generado la existencia de una gran diversidad de testimonios, cuyo estudio nos acerca al conocimiento del modo de vida de cada etapa histórica.

Rescatar, en concreto, las peculiaridades de los restos que perviven de aquella actividad extractiva en los siglos XIX y XX supone un esfuerzo -un gran esfuerzo- que lleva a cabo el Colectivo tratando de acercarse a una etapa reciente de nuestra historia bajo una perspectiva multidisciplinar. Un esfuerzo que, a modo de rescate, se va pagando con el tiempo libre que dedicamos al estudio, recuperación y conservación de nuestro Patrimonio Histórico más representativo.

Nuestra Comarca dispone de un gran bagaje cultural en torno a la minería que está necesitado de asumir cuantas iniciativas se tomen para proteger, intervenir y difundir aquello por lo que nos hemos identificado casi siempre. Si es cierto que vienen adoptándose medidas que ya tienen en cuenta este patrimonio, hemos de seguir planteando nuevas iniciativas que nos permitan recuperar gran parte es esos otros aspectos menos valorados del Patrimonio Minero y que nos permiten una consideración global de la actividad minero metalúrgica en nuestra zona.

Las iniciativas adoptadas por diferentes administraciones públicas, por parte del sector privado y por parte de diferentes asociaciones nacionales, incluso, extranjeras, nos están permitiendo ser optimistas en lo que hemos denominado como "rescatar una cultura del trabajo". Y en ellas, en esos proyectos en marcha, en estudio o en perspectiva, se fundamenta nuestra intervención en este foro.

Palabras clave: acción, intervención, Patrimonio minero, recursos.

ABSTRACT

The mining and metallurgist activity was deeply-rated in the Linares region. The study of several remains and testimonies that it generated can bring us near the knowledge of the way of life in each historic age.

It is necessary a great effort to rescue the remains peculiarities that persist from the extraction activity in the 19th and 20th centuries. The Colectivo Proyecto Arrayanes is developing this effort to bring near the recent period of our history under a multidisciplinary point of view, to study, to recuperate and to preserve our most representative heritage.

Our area has an experience around the Mining that need all the initiatives to protect, to do interventions and to spread all that we was ever identificated with. Some things are been doing, but several initiatives must be suggested to recuperate the less valued aspects fo the mining heritage, which give us a full idea of the mining and metallurgist activity in the District.

The public administrations, the private sector and several national and international asociations are working to rescue the work culture. So, we are now optimist, and we can work in our projects with a best perspective to achieve our objectives.

Key words: *Actions, Heritage, Interventions, Mining, Resource, To rescue.*

ACTIVIDAD HISTÓRICA EN UNA COMARCA

Existe una comarca en el interior septentrional de la provincia de Jaén donde el subsuelo ha venido siendo explotado desde la antigüedad hasta el año 1991, en que cierra la última mina de la zona: es la Comarca de Linares.

En la actualidad está integrada por municipios como Linares, Bailén, La Carolina, Baños de la Encina, Guarromán, Carboneros, Vilches, Santa Elena, Arquillos y Aldeaquemada, algunos de ellos fundados en el s. XVIII con la creación de las Nuevas Poblaciones en Sierra Morena. En gran medida, su devenir histórico ha sido marcado por la minería.

Tradicionalmente, Andalucía no ha sido una región industrial por excelencia pero, sin embargo, ha contado con los suficientes recursos naturales (agua, suelo fértil y subsuelo rico) que la han hecho ser codiciada desde la antigüedad y convertirse en cuna de importantes acontecimientos culturales para la civilización occidental. Y la actividad minero-metalúrgica ha sido uno de esos hitos culturales.

Los importantes vestigios de habitabilidad, tanto en el litoral andaluz, como en el interior, en Sierra Morena, nos aproximan al conocimiento de aquellas actividades humanas desarrolladas en abrigos, cuevas y poblados desde la antigüedad. Y, en concreto, para muestro entorno, la denominada Oretania prerromana, la riqueza del subsuelo (galena argentífera, sobre todo), probablemente, haya sido el origen de los asentamientos humanos desde entonces. Así nos lo vienen corroborando tanto las fuentes clásicas, como las excavaciones arqueológicas, como la propia experiencia reciente de los siglos XIX y XX, en los que la inmigración viene provocada por el aumento de la actividad minera.

El yacimiento de Peñalosa[1] (2000 a.C.), en Baños de la Encina, marca el origen más remoto hasta ahora conocido para la explotación minera en nuestra comarca, si bien no es hasta época romana cuando conocemos bien la intensidad en las explotaciones y las tecnologías empleadas en las mismas, convirtiéndose Cástulo en una ciudad estratégica para el mundo romano. La vía de acceso por el río Guadalimar y el importante entramado de calzadas romanas en el entorno permitieron la salida de los grandes beneficios obtenidos en la época[2].

De la Edad Media se disponen pocos datos, hasta el momento, que nos permitan valorar el alcance de la actividad, conociéndose que a fines del s. XVI comienzan a tenerse documentos de registros y concesión de permisos de explotación de minas en la zona[3].

El año 1748 es referente moderno de la importancia que adquiere la explotación minera en la comarca. El Estado se hace cargo de la mina Arrayanes para su explotación y desde entonces va en aumento la apertura de nuevas minas.

Con la instalación de la primera máquina de vapor en la mina Pozo Ancho (1849) de Linares se inicia la etapa de mayor esplendor en el distrito, hasta el cese definitivo de la explotación en 1991. La incorporación de capital extranjero a través de compañías inglesas, francesas, alemanas y belgas que se instalan en el distrito y la aplicación de nuevas tecnologías en la explotación que vienen a solucionar el desagüe de interiores y mejorar las condiciones de trabajo son factores, entre otros, que favorecen, desde el principio, el aumento del número de explotaciones desde la segunda mitad del s. XIX, así como el volumen de beneficios obtenidos en las mismas. Todo ello va a suponer para la ciudad de Linares y en su zona de influencia grandes cambios demográficos, económicos, urbanísticos, sociales y culturales que han perdurado como señas de identidad de toda una población[4].

[1] CONTRERAS CORTÉS, F. (2003). coord. "Proyecto Peñalosa. Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén". Ed. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía.

[2] BLÁZQUEZ J.M. y otros (1984) "Evolución del patrón de asentamiento en Cástulo. Fases iniciales" Arqueología Espacial-4 Teruel.

[3] SÁNCHEZ CABALLERO-SÁNCHEZ MARTÍNEZ (1975) "Una villa giennense a mediados del s. XVI: Linares". Instituto de Estudios Giennenses. Diputación Provincial. Jaén.

[4] AA.VV. (1987) "La minería de Linares 1860-1923". Ed Diputación Provincial y Ayuntamiento de Linares. Jaén.

TESTIMONIOS DE UNA ÉPOCA DE ESPLENDOR

La larga trayectoria histórica recorrida por la actividad extractiva en nuestra comarca ha dejado innumerables restos que perviven en un territorio, aún, en muchos casos, por descubrir. Decía C. Domergue[5], recientemente, -hablando de la protección del patrimonio minero y de fomentar las excavaciones arqueológicas en las minas subterráneas-:"... Sierra Morena debería de ser especialmente protegida, desde este punto de vista, porque allí existen muchas minas subterráneas (plomo, plata, cobre) que no han sido explotadas por canteras en época moderna; por este motivo contienen todavía un patrimonio más o menos intacto que va desde la Antigüedad hasta el s. XX".

Y es cierto, como viene confirmando el equipo del Proyecto Peñalosa de la Universidad de Granada, que sigue la pista de la minería antigua en el Valle del Rumblar y zona de Linares. Nuestro Colectivo se ha sumado a esta iniciativa y viene apoyando las tareas que se van desarrollando en esta amplia zona de Sierra Morena. Es una nueva línea de investigación, para nosotros, que completa la trayectoria de trabajo que, hasta ahora, había venido fundamentada en el estudio, acercamiento y, sobre todo, la difusión de un patrimonio minero reciente, pero de indudable valor y muy poco reconocido por la sociedad en su conjunto.

Rescatar esas peculiaridades culturales inherentes a una actividad por todos conocida implica un esfuerzo que, a modo de rescate, aún seguimos pagando con nuestro tiempo libre. Desde una perspectiva multidisciplinar desgranamos el bagaje con que una cultura del trabajo ha perfilado a toda una comarca.

En la diversidad de testimonios encontrados no somos los únicos en reconocer su valor y, en algunos casos, su singularidad, al ser verdaderas joyas del Patrimonio Minero a nivel mundial. Tal puede ser el caso de la Cabria metálica de Mina Antoñita, la única aún en su lugar original y procedente de la Fundición inglesa Sara & Burgess de Penryn (Cornwall) que cerró en la segunda mitad del s.XIX. O, la gran aglomeración de casas de máquinas tipo cornish que guarda nuestra comarca y que sirvió de titular a un periódico inglés como "El secreto mejor guardado de Europa"[6].

Quienes se acercan a esta comarca quedan prendados, en principio, por los numerosos restos de chimeneas y casas junto a ellas que aparecen ante la vista. Encontramos edificaciones de casas de máquinas de extracción y de calderas, numerosas y variadas chimeneas, cabrias metálicas y de mampostería, restos de talleres y otras construcciones auxiliares, etc. Son elementos arquitectónicos que destacan por su presencia viva en el paisaje, los más visibles, los "presentadores" del Patrimonio Minero al visitante, aunque no los únicos, como vamos a ver.

De manera muy general, entre los elementos arquitectónicos podemos hacer las siguientes distinciones:

- Casas de tipo cornish. Aquellas edificaciones con chimenea y casa adosada abundantes en nuestra comarca que albergaban la maquinaria de extracción.
- Casas de calderas. Edificaciones anexas a las anteriores para la caldera de la máquina de vapor.
- Cabrias metálicas. Muy abundantes durante la última etapa de explotación.
- Cabrias de mampostería. Singulares restos de nuestra comarca que destacan por su fortaleza.
- Cabrias peculiares. Con una tipología especial.
- Restos de fundiciones.
- Torres de perdigones. Edificaciones singulares en las instalaciones de fundición.
- Todo tipo de instalaciones auxiliares, como talleres, viviendas anexas, etc.
- Restos de líneas ferroviarias. Destacan las estaciones y los apeaderos.
- Socavones. Galerías de acceso o salida de los pozos principales.

En el ámbito de maquinarias, útiles y herramientas hemos de destacar la escasa recuperación que de estos materiales se ha llevado a cabo hasta el momento. En unos casos, por las dificultades extremas que supone acceder

[5] Entrevista realizada para el Boletín de la SEDPGYM nº 2 marzo 2004.

[6] Diario Living CORNWALL. Western Morning News. 12-5-1999.

a los pozos, donde se encuentra gran parte de estos restos; en otros, por la venta que ya se hizo en su día como "chatarra"; y en otros, por el expolio sufrido a lo largo de estos años. No obstante, sabemos de su existencia y en ocasiones, tras una labor casi "detectivesca" son localizados y tratamos de sensibilizar a sus propietarios para su protección.

En lo referente a Documentación, tanto escrita, como gráfica, como oral, se encuentra muy dispersa y desordenada. Es muy abundante y necesita una labor constante de localización, recuperación y difusión. Cabe destacar la información oral como algo urgente que rescatar por evidente ley de vida.

Finalmente, y no por menor entidad de los testimonios a estudio, hemos de referir los numerosos aspectos de esa Cultura Minera impregnada, aún, en la población y pendientes de una atención específica. Por citar algunos diremos: la música (tarantas), las tradiciones y modos de vivir, la vivienda obrera, la gastronomía, el mundo de la mujer minera, la vestimenta, etc.

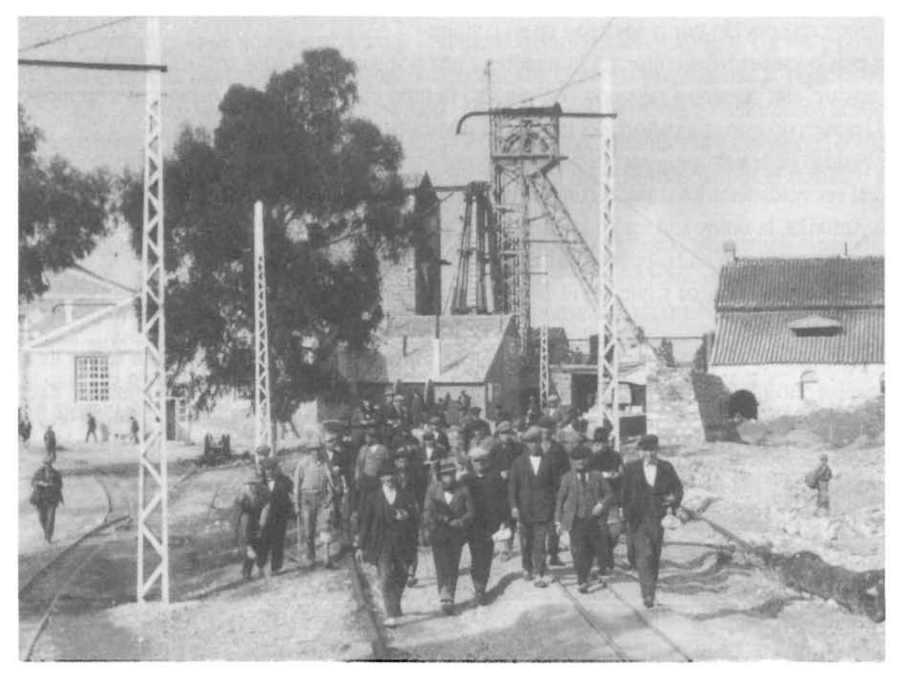


Figura 1. Salida del pozo San José a principios del s. XX en la Mina Arrayanes de Linares.

EL MOMENTO DECISIVO PARA INTERVENIR

A pesar de cuanto se ha podido venir destruyendo hasta ahora del Patrimonio Minero de nuestra comarca, en algunos casos de indudable valor -como la Fundición San Luis-, aún permanecen testimonios importantes de nuestro pasado reciente, como hemos comprobado con anterioridad, muy dignos para ser conservados, rehabilitados, y reutilizados, en su caso, para el disfrute de las generaciones presentes y legarlos al futuro.

Cualquiera iba a pensar hace 30-20 años que en Andalucía o en Jaén, incluso en España, se podrían empezar a reconocer en elementos de la minería un Patrimonio Histórico de indudable valor. No ha sido fácil, ni lo sigue sien-

do, aunque hemos de reconocer que se ha conseguido bastante. Podemos advertir que buena parte de la población encuentra en los restos mineros una identificación histórica con un valor significativo. Y esto, afortunadamente, es aplicable, también, a las Administraciones, que así lo viene reconociendo ya, y a parte del sector privado, que muestra cierta sensibilidad.

Afortunadamente, tras un largo período de incertidumbre, de dudas por la apuesta en valorar nuestro patrimonio histórico más reciente, ya se han iniciado intervenciones reales para su recuperación inmediata y la planificación de nuevos proyectos que lo tengan en cuenta para un futuro próximo.

En el balance global que vamos a exponer hemos de distinguir entre dos aspectos: por un lado, aquellas actuaciones dirigidas a la PROTECCIÓN, es decir, a evitar que prosiga el deterioro indiscriminado y frene su desaparición, y por otro, aquellas actuaciones dirigidas a los propios testimonios para, según los casos, consolidar, rehabilitar, ordenar, planificar, conservar, reutilizar, etc.

LA PROTECCIÓN LEGAL COMO PUNTO DE PARTIDA

El objetivo principal ha sido la búsqueda de mecanismos legales que pudiesen evitar el deterioro y la pérdida de más elementos del patrimonio minero, ya sean de tipo arquitectónico -los más visibles para la población- o se trate de bienes muebles -más difíciles de descubrir-. En este sentido destacamos:

1.- Catálogo de Bienes Inmuebles de Jaén I que con la figura de Genérica Colectiva protege 65 elementos del patrimonio minero de nuestra comarca, sobre todo, de Linares[7].

2.- Ampliación a dicho Catálogo, incluyendo elementos mineros del resto de municipios de la comarca[8].

3.- Está en estudio y definición para 5 elementos muy significativos del patrimonio minero, una propuesta que los recoja con una figura de protección mayor, ya sea Genérica Específica o, incluso, BIC. Entre ellos destacamos el pozo de San Vicente.

4.- Hemos propuesto y se está valorando por la Administración la posibilidad de abrir un nuevo Catálogo para Bienes Muebles, mucho más complejo que el anterior dada la dispersión de elementos y la dificultad, en muchos casos, para su acceso.

5.- Se ha entrado en contacto con algunos Ayuntamientos de la comarca y se enviará una relación de los elementos mineros pertenecientes a cada uno de ellos, para que sean tenidos en cuenta en las Normas Urbanísticas de cada uno, a fin de asegurar, aún más, el nivel de protección de este patrimonio.

6.- Se está gestionando con el sector privado para la protección de diferentes elementos mineros de su propiedad, bien cediendo, favoreciendo su estudio o conservándolos.

7.- Se está elaborando un estudio de los caminos, vías, sendas y demás accesos de titularidad pública, a fin de llegar a conseguir un entramado de recorridos en la comarca que permitan la visita a gran parte de nuestro patrimonio minero.

PERSPECTIVA DE INTERVENCIONES

Son varios los niveles que podríamos establecer en las diferentes actuaciones que, en la actualidad, se llevan a cabo con el patrimonio minero.

[7] B.O.J.A. 18-7-2002. Resolución de 11 junio 2002.

[8] Pendiente de publicación en B.O.J.A.

Proyectos en estudio

Son aquellos proyectos que están hoy día sin terminar de definirse y que podrán llevarse a cabo en su momento, una vez que se ultimen los borradores, los estudios, la recogida de información y la valoración de sus posibilidades reales de ser llevados a cabo.

Entre las iniciativas pendientes para ser desarrolladas podemos citar:

- Proyecto sobre Historia Oral.
- Proyecto de un Centro Documental.
- Proyecto de recorridos por el resto de la comarca.
- Proyecto de intervención en El Centenillo.
- Proyecto de intervención en Los Palazuelos y La Fernandina.
- Proyecto de Bienes Muebles.
- Proyecto de seguridad en la zona minera.
- Proyecto para diversas publicaciones de difusión.
- Proyecto Global de Actuaciones en la Comarca (avance a subvenciones europeas).

Proyectos aplazados

Son aquellos proyectos y anteproyectos que, aunque definidos y terminados no se han ejecutado y se han aplazado por diferentes motivos. Existen proyectos totalmente definidos, al menos en una primera fase de desarrollo, que no se han llevado a cabo como:

- Proyecto de adecuación de la mina de San Andrés. El motivo principal de su aplazamiento es la indecisión de su Ayuntamiento, ya que existía un presupuesto para su ejecución y la titularidad del terrenos era y es municipal.
- Proyecto de Centro de Interpretación del Ferrocarril, en la Estación Linares-Baeza. Está pendiente de las gestiones que se continúan con RENFE para la cesión de la Nave donde iría ubicado.
- Proyecto de Centro de Interpretación de la Explotación Minera, en el filón de La Tortilla (Los Lores). Se está pendiente de la cesión de la propiedad, de titularidad privada.
- Proyecto de Puesta en funcionamiento del ferrocarril Linares-Los Salidos. Está aplazado a la espera de intervenir en la recuperación de los restos mineros que se encuentran en las márgenes y elaborar el estudio correspondiente del lugar de Salida (Estación de Madrid) y de Llegada (Pozo Acho).

Proyectos en marcha

Son aquellos proyectos que están en ejecución o en vías de serlo:

- Centro de Interpretación del Paisaje Minero en la Nave de la Estación de Madrid.

  Hacía falta un lugar desde el que se potenciara el patrimonio minero y este Centro puede jugar ese papel. Dar una visión global de este patrimonio con técnicas museográficas atractivas y favorecer la visita de los lugares emblemáticos, han de convertirse en el arranque de la utilización del patrimonio como auténtico recurso para el desarrollo.
- Centro de Interpretación del la Metalurgia en la antigua Fundición La Cruz.

  En la actualidad, la Escuela Taller ha de comenzar la obra de remodelación de las instalaciones cedidas a tal fin. El Proyecto de contenidos está elaborado a falta de ser definido totalmente una vez sean concretados los espacios disponibles.

- Itinerarios-Senderos de Pequeño Recorrido: definición y señalización.

  Se ha diseñado seis senderos por la Federación Andaluza de Montañismo que, en estos momentos, se terminan de señalizar. Se disponen de pequeñas publicaciones-guía de los mismos[9].
- Iluminación de restos mineros.

  Como todos han podido comprobar se han iluminado los pozos de Los Lores. Se mantienen gestiones para que sean iluminados otros restos.
- Se ha comenzado con un Proyecto de Protección del Medio Ambiente que, necesariamente, ha de continuarse y adaptarse en cada lugar a las condiciones naturales existentes, a medida que se finalicen las intervenciones con los elementos materiales del pasado minero. El entorno geológico (escombreras incluidas), la vegetación y la fauna han de ser consideradas como parte importante de nuestro territorio minero.

Todo un conjunto de actuaciones, como hemos visto, complejas en su preparación y, sobre todo, en su ejecución. Y que conllevan, llegados a este nivel, la formación de una organización específica que coordine si queremos, en verdad, explotar las grandes posibilidades que ofrece nuestro Patrimonio Histórico más significativo. En palabras del profesor Estébanez[10] cuando visitó Linares en 1995: "la recuperación del pasado, de la memoria histórica sin intención de momificarla museísticamente, no sólo produce un incremento de la cultura local sino también es elemento dinamizador y catalizador de muchas actividades, con lo que se logra la creación de empleo, el arraigo a la tierra y, en definitiva, una mejora de la calidad de vida para la población actual y futura de Linares...".

[9] PR-A 260, 261, 262,263, 264, 265 publicados por F.A.M. en 2003.

[10] ESTÉBANEZ ÁLVAREZ, J. (1996) "Desarrollo endógeno, recursos humanos a nivel comarcal y economía global" en AA.VV. Desarrollo integral de una comarca. UNED.

Puesta en valor del patrimonio minero del Valle de Alcudia y Sierra Madrona

P. Hevia Gómez
calendas@telefonica.net

RESUMEN

Las comarcas naturales del Valle de Alcudia y Sierra Madrona se ubican en el extremo suroeste de la provincia de Ciudad Real, región que ha tenido en la minería un elemento básico de desarrollo económico y que ha condicionado su evolución histórica al menos desde el inicio del I Milenio a.C. Al mismo tiempo, los vestigios de esta actividad han dejado su impronta en la zona, no solo en relación con las evidentes arquitecturas del siglo XIX, sino también en importantes yacimientos arqueológicos que conforman un poblamiento antiguo perfectamente estructurado.

En este contexto, distintas asociaciones comarcales a través del *C.E.D.E.R. Valle de Alcudia y Sierra Madrona*, han iniciado la realización de un inventario de yacimientos relacionados con el patrimonio minero, trabajo que ha sido publicado en parte en un libro de carácter didáctico y divulgativo.Asimismo, se han incluído trece de estos enclaves dentro de la denominada *Ruta Rocinante*, itinerario propuesto por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha que recorre todas las provincias de la región aglutinando los puntos más relevantes de interés natural y cultural.

Palabras clave: gestión de recursos, minería histórica, suroeste de Ciudad Real.

ABSTRACT

The natural regions of Valle de Alcudia and Sierra Madrona are located at the Southwest end in the province of Ciudad Real. The mining industry has played a basic role in economic development and has determined the history of this region. In this context, different regional associations have pledged their firm commitment to promoting the explotation of the mining industry heritage in order to achieve a diversified economy more focused on rural tourism.

Key words: *historic mining industry, resource management, Southwest in the province of Ciudad Real.*

El Valle de Alcudia es un vasto territorio localizado en el extremo sudoeste de la provincia de Ciudad Real orientado de WNW a ESE, con una longitud (E-W) de 90 Km y una anchura media de 15 Km (N-S), en total una extensión aproximada de 1400 Km^2 que comprende los términos de Almadén, Almadenejos, Alamillo, Brazatortas, Almodóvar del Campo, Cabezarrubias del Puerto, Hinojosas de Calatrava, Mestanza, San Lorenzo de Calatrava y Solana del Pino.

Este valle queda delimitado en su parte norte por las Sierras del Norte de Alcudia con una altura entre los 700 y 1100 m. Al sur, en el límite con la provincia de Córdoba se localizan una serie de sierras que se incluyen en Sierra Morena, y se articulan en torno a las Sierras de la Garganta, Madrona y Quintana. Poseen los hitos más elevados dentro del sistema de Sierra Morena, con alturas que oscilan entre 1100 y 1300 m.

Este amplio territorio posee, además de un innegable patrimonio natural ampliamente reconocido (zonas ZEPA, espacios naturales protegidos como los volcanes de La Bienvenida, etc), un importante patrimonio cultural no tan bien conocido y, por supuesto, no reconocido por la mayoría de sectores de la sociedad.

Conjuntos tan importantes y tan nombrados como los de las pinturas rupestres esquemáticas o yacimientos arqueológicos en proceso de excavación como la antigua ciudad de *Sisapo* (La Bienvenida), constituyen un todo con

otra serie de asentamientos antiguos, vías de comunicación, edificios cultuales, elementos etnográficos, conjuntos de uso industrial, que juntos conforman el devenir histórico de este territorio, en la actualidad aislado y, en parte, ignorado, pero que tuvo un desarrollo mucho más dinámico en tiempos pasados, ligado básicamente a la explotación de la riqueza minera (plomo, plata y cinabrio) y al desarrollo paulatino de la ganadería.

A finales del siglo II a.C., la ocupación del territorio del Valle de Alcudia y Sierra Madrona comienza a sufrir una transformación como consecuencia del avance de la conquista romana, y la explotación sistemática de los recursos metalogenéticos de Sierra Morena central ya conocidos desde antiguo como evidencian las fuentes[1]. A partir de este momento, tenemos constancia de la aparición de distintos tipos de asentamientos cuyo denominador común, directa o indirectamente, es la minería y cuya jerarquía es la siguiente:

- *Centro principal.*

  Como ya se ha visto, la riqueza metalogenética del Valle de Alcudia y Sierra Madrona posee una doble vertiente: el cinabrio de la zona de Almadén-Almadenejos y la galena argentífera de la mitad oriental. Por las fuentes clásicas conocemos que la gestión de estos recursos estaba en manos de la antigua ciudad de *Sisapo* (La Bienvenida).

  Las excavaciones arqueológicas que se realizan desde 1980 en el yacimiento de *La Bienvenida* (Almodóvar del Campo), han permitido su identificación con la antigua ciudad y con el centro principal de esta comarca, que controlaría, no solo las explotaciones de cinabrio que lo hicieron famoso en la antigüedad, sino también el plomo y la plata del entorno.

- *Minas.*

  Existen abundantes minas con pruebas o indicios de haber sido explotadas en época romana en la zona que se trata. En muchos casos, los datos proceden de las prospecciones realizadas por ingenieros de minas durante el siglo XIX y principios del XX, que al penetrar en los antiguos pozos localizaron materiales y labores de época romana. Uno de los mejores ejemplos es el de *La Romana* (Almodóvar del Campo), mina en la que se encontraron a 120 m de profundidad un lingote de plomo con inscripción, un pico de minero, una lucerna, una moneda y un caldero de bronce. Aunque hoy han desaparecido, todos estos objetos pueden ser fechados en época romana altoimperial (siglo I d.C.). Gracias a ellos se le puso el sobrenombre de "La Romana" aunque a finales del siglo XIX esta concesión se conocía como "Santa Ana".

- *Poblados de transformación (fundiciones).*

  Se han localizado una serie de asentamientos que pueden no estar situados en el entorno inmediato de las minas, pero cuya finalidad es la transformación del mineral que en éstas se extrae. Se trata de establecimientos que buscan para su ubicación, unas condiciones aptas para el trabajo; un lugar a media ladera, bien aireado para evitar los vapores nocivos de la fundición del plomo, cercano a un curso de agua, abundante leña en las inmediaciones para abastecer las necesidades de los hornos y cercano a rutas de transporte del mineral.

  En el término municipal de Fuencaliente se ha excavado el poblado de *Valderrepisa*, que constituye un singular ejemplo de este tipo de poblados de transformación.

- *Complejos minero-metalúrgicos.*

  Se trata de una zona en la que se localizan tres tipos de vestigios antiguos: mina (explotación), poblado minero (hábitat) y zona de transformación del mineral (fundición). El único ejemplo de complejo minero-metalúrgi-

[1] Para una completa información sobre el poblamiento del área sisaponense en relación con la minería existen tres publicaciones de referencia, dos con carácter científico: FERNÁNDEZ OCHOA *et alii*, 2002: C. Fernández Ochoa, M. Zarzalejos, C. Burkhalter, P. Hevia, G. Esteban: *Arqueominería del Sector Central de Sierra Morena. Introducción al estudio del Área Sisaponense*. Anejos de Archivo Español de Arqueología XXVI, Madrid; FERNÁNDEZ OCHOA *et alii*, 2003: C. Fernández Ochoa, M. Zarzalejos, C. Burkhalter, P. Hevia, G. Esteban: "Les mines anciennes du secteur central de Sierra Morena. La région sisaponense", *Atlas historique des zones minières d'Europe II*, Commission Européenne. (Action COST G.12) Paysages anciens et structures rurales. Luxembourg; y otra de carácter divulgativo: HEVIA GÓMEZ, P., 2003: *El Patrimonio Minero del Valle de Alcudia y Sierra Madrona*, Ciudad Real.

co excavado hasta el momento es el conocido como *Diógenes* (Solana del Pino). Otros yacimientos de este tipo, *Quinto del Hierro* (Almadén), se encuentran aún sin excavar pero se identifican suficientes datos en superficie como para relacionarlos con los complejos minero-metalúrgicos.

- *Otros yacimientos.*

Fuera del círculo de la explotación minera, pero indirectamente relacionada con ésta, se encuentran los asentamientos de vocación agropecuaria, que seguramente abastecerían de alimentos a las explotaciones mineras, en su mayoría situadas en lugares donde la agricultura no podía desarrollarse satisfactoriamente por las condiciones del terreno. Aunque son pocos los yacimientos conocidos, destaca un conjunto de asentamientos localizados en la confluencia de los ríos Alcudia y Valdeazogues que explotan de manera intensiva esta zona especialmente apta para la agricultura. El más importante de estos yacimientos es el denominado *Cerro de las Monas* (Almadén).

En el extremo nororiental de la zona se conocen algunas villas (*villae*) romanas dedicadas a la agricultura en la vega del río Tirtafuera, en las proximidades de Almodóvar del Campo.

La explotación del mineral del distrito de Alcudia, estaba dirigido por la *Societas Sisaponensis* cuya sede debía estar en el yacimiento de *La Bienvenida*. Además de las referencias de autores latinos como Cicerón, encontramos un testimonio epigráfico importantísimo para constatar esta afirmación. Se trata de un epígrafe localizado en las cercanías de la actual ciudad de Córdoba, fechado a mediados del siglo I a.C. (*CIL* II^2, 7, 699a), que hace referencia a la servidumbre de paso establecida en 14 pies por esta sociedad en relación con la vía que unía estas dos ciudades béticas, *Sisapo* y *Corduba*.

Este sistema de administración de las minas de *Sisapo* se mantiene hasta el siglo II d.C., hecho que se puede constatar nuevamente con la evidencia epigráfica. En Roma se localizó un epígrafe que hace referencia a *C. Miniarius Atimetus, procu(rator) Sociorum Miniarium* (*CIL* VI, 9634) cuya fecha se eleva hasta finales del siglo I d.C. Según algunos autores, este personaje se puede identificar con un gestor de las minas de minio, es decir, las minas de *Sisapo*.

Las minas de plomo argentífero del Valle de Alcudia y Sierra Madrona debierón de dejar de explotarse a finales del siglo II d.C., después de la decadencia que comenzó a vislumbrarse a partir de época flavia (finales del siglo I-comienzos del II d.C.), cuando se empezaron a beneficiar las minas de *Britannia*. Este hecho parece constatarse arqueológicamente, si atendemos a los datos ofrecidos por las excavaciones de La Bienvenida-*Sisapo* ya que en un momento avanzado del siglo III d.C., algunas áreas de la ciudad sufren un cambio en el patrón urbanístico y cierto estancamiento en los elencos materiales. Lo mismo ocurre con otros importantes focos mineros hispanos como el de Cartagena que, de igual manera, sufre la competencia de las minas inglesas.

A partir de los siglos IV y V, ya en la época del Bajo Imperio romano, la reorganización del asentamiento de La Bienvenida-*Sisapo* y los abundantes materiales de este momento que nos ofrecen las últimas campañas de excavación arqueológica, parecen confirmar el texto en el que San Agustín hace referencia a la exportación del cinabrio hispano, hacia áreas alejadas como Cartago y Egipto. Esta revitalización de la minería posiblemente afectaría también a la extracción de galena argentífera si tenemos en cuenta los materiales arqueológicos tardorromanos, sobre todo numerario, hallados en la mina *Diógenes* (Solana del Pino).

El ocaso de los trabajos minero-metalúrgicos y de la ciudad principal, *Sisapo*, se produce en el siglo V d.C. y va parejo a la desaparición del entramado político-administrativo del Imperio Romano de Occidente.

A partir de este momento, y durante toda la Edad Media, se produce un desconocimiento del devenir histórico del territorio que nos ocupa, en parte por la falta de investigación, pero también por la despoblación que sufre la zona después del abandono de las explotaciones mineras. Es en este momento cuando el Valle de Alcudia se con-

[2] ABID MIZAL, J., 1989: *Los caminos de Al-Andalus en el siglo XII según "Uns Al-Mubay Wa-Rawd Al-Furay" (solaz de corazones y prados de contemplación)*. Madrid.

vierte en un lugar de paso, de hecho, algunos geógrafos árabes del siglo XII como Al-Idrisi, mencionan las rutas que discurren por esta zona[2]. Son momentos de inestabilidad territorial y de continuos cambios de frontera entre cristianos y musulmanes.

Después de la batalla de las Navas de Tolosa (1212) y la conquista del territorio, el rey otorga el uso y explotación del Valle de Alcudia a la Orden de Calatrava que convierte este territorio en una gran zona de pastos para el desarrollo de la ganadería a la vez que se beneficia de la extracción de cinabrio de las minas Almadén, dejando abandonadas el resto de las explotaciones mineras de galena argentífera.

A partir del siglo XV el Valle de Alcudia y Sierra Madrona centra su evolución en tres pilares: las comunicaciones, la ganadería y un nuevo despegue de la minería.

Gracias al importante uso del *camino Córdoba-Toledo*, principal paso entre la Meseta y Andalucía, se crea una *red de Ventas* imprescindibles para el buen funcionamiento de esta ruta como la Venta de la Inés, la Venta del Molinillo, la Venta de La Bienvenida o la Venta del Zarzoso.

Por su parte, el *desarrollo ganadero* viene impulsado por la Mesta que, a partir de los comienzos de la Edad Moderna, adquiere un papel importantísimo en la economía de la Península Ibérica. Es esta institución la que convierte al Real Valle de Alcudia en uno de los mejores invernaderos para el ganado ovino.

En relación con la minería del plomo y plata, desde finales del siglo XV comenzamos a tener noticias sobre las explotaciones mineras de la zona que generalmente se denomina *"villas y lugares e provinçias de las Ordenes de Calatrava y Alcántara e Santiago, con los campos de Alcudia y Andévalo, con la Serena y Almorchón y su encomienda y otros partidos"*. Tras la promulgación de las ordenanzas reales se denomina distrito de Alcudia-Almodóvar que espacialmente abarca *"los términos de las villas y lugares de Almodóvar del Campo, Santofimia, Belalcázar, Chillón, Tirteafuera, Mestanza, junto con la encomienda mayor de Calatrava y el valle de Alcudia"*[3]. Las minas que proliferan en el distrito de Alcudia eran de pequeño tamaño, explotaciones casi familiares con una media de cuatro trabajadores que cobraban su salario por el tradicional sistema de "partido". En la bocamina solían situarse las zonas de lavadero y hornos, así como un pequeño corral donde guardaban las herramientas de trabajo. Junto a estas construcciones se disponían una serie de chozos que servían de vivienda a los trabajadores. El trabajo no era continuo, ya que los mineros solían alternar la extracción del mineral con las tareas agrícolas o ganaderas[4].

Durante el siglo XVII, la actividad minera de extracción de plomo y plata en el Valle de Alcudia, aunque no ha desaparecido, si se encuentra muy diluida. Además de algunas explotaciones menores, destaca el registro de la propiedad de *Minas del Horcajo* para realizar extracciones de mineral. Distinto es el caso de la minería del azogue de Almadén ya que durante este siglo la actividad fue importante. En el desarrollo de la siguiente centuria la minería de galena de la zona se convierte tan sólo en un recuerdo que se identificaba por las ruinas de antiguas instalaciones y las escasísimas concesiones de explotación no muy activa.

Es a mediados del siglo XIX cuando resurge de manera importante la explotación minera de la zona del Valle de Alcudia y Sierra Madrona[5].

A finales de la década de 1830, en el Valle de Alcudia se reconocían numerosos restos de labores antiguas, este hecho y el conocimiento de la riqueza de las explotaciones que tuvieron lugar durante el siglo XVI, empujó entre 1840 y 1844 a un conjunto de inversores a intentar sacar nuevamente provecho de los filones de Alcudia. De forma paralela, comienzan a formarse en este momento sociedades de inversores para la explotación organizada de la minería de la zona. Así, a mediados de la centuria la explotación minera del Valle de Alcudia estaba nuevamente con-

[3] Según recoge SÁNCHEZ GÓMEZ, J., 1989: *De minería, metalúrgia y comercio de metales*. Salamanca, 151 y 653.

[4] Más información sobre este tema se encuentra en: GÓMEZ VOZMEDIANO, M., 2000: "La minería en el Valle de Alcudia y sus aledaños durante el antiguo régimen (1250-1860)", *Revista Campo de Calatrava*, nº 2, pp. 77-190.

[5] Sobre la minería del siglo XIX y principios del siglo XX se puede consultar: GONZÁLEZ LLANA, E., 1949: *El plomo en España*. Madrid; QUIRÓS LINARES, F., 1969: "La minería del valle de Alcudia y Campo de Calatrava", *Estudios Geográficos*, XXX, 117, noviembre, 505-626; VILLAR MOYO, R., 1995: "Instalaciones mineras" en *Arquitectura para la industria de Castilla-La Mancha*, Toledo, 103-131.

solidada. Pero éste no es un proceso aislado, ya que otros muchos centros mineros peninsulares están funcionando. Consecuencia de ello fue que en 1860 España logró el primer puesto de la estadística mundial, que conservaría hasta finales del siglo XIX, hasta entonces ostentado por Gran Bretaña.

Un factor favorable en este proceso fue la introducción entre 1865 y 1870 de procedimientos mecánicos que afectan en gran medida a la explotación e infraestructuras de los pozos y galerías. Es muy importante la sustitución en este momento de la tracción animal por las máquinas de vapor, que a partir de ahora mueven los tornos y malacates empleados en la extracción del mineral y el desagüe. Esta nueva maquinaria también se utilizó en los procesos de transformación del mineral, como por ejemplo en los sistemas de lavado, lo que supuso el poder aprovechar minerales de baja ley y pasar de concentrar una ley de un 3 a 4% a conseguir un 30 a 40%. Uno de los yacimientos pioneros en la introducción de estas máquinas de vapor fue *Minas del Horcajo*.

Este proceso de consolidación de la producción minera y transformación de la maquinaria para la producción, origina la construcción de una serie de estructuras arquitectónicas que hoy constituyen un importante conjunto de patrimonio de arqueología industrial dentro de la Península Ibérica. Las ruinas de castilletes de mampostería como los de *Minas del Horcajo* o *Los Dolores* (Almodóvar del Campo), estructuras para maquinaria como los de los pozos de *La Romananilla* (Brazatortas), lavaderos como los de *Diógenes* (Solana del Pino), chimeneas de hornos de fundición como los de *La Gitana* y *El Encinarejo* (Mestanza), o completos poblados mineros como el de *Pueblo Nuevo* (Mestanta), son exponentes muy importantes de la riqueza patrimonial minera que, aunque muy degradada y abandonada, se conserva intercalada entre los bellos parajes del Valle de Alcudia y Sierra Madrona.

Con el siglo XX llega la decadencia de las explotaciones mineras de este territorio y el inevitable abandono y desmantelamiento de las estructuras de extracción y transformación arriba mencionadas.

En relación con este rico patrimonio relacionado con la explotación minera que se ha resumido arriba, desde la *Asociación para el Desarrollo Sostenible del Valle de Alcudia* se plantea una estrategia de desarrollo integral y sostenida, fundamentada en parte en la valorización de los recursos naturales y culturales.

Sus antecedentes primeros se remontan a 1.994, en relación con el Plan Marco de Competitividad del Turismo Español (*FUTURES*). En aplicación de una serie de objetivos, se diseñaron diferentes planes operativos que permitieron a la Diputación Provincial de Ciudad Real entre otros organismos, formular un proyecto concreto de planificación estratégica de ecoturismo en la Comarca del Valle de Alcudia.

Posteriormente, en el año 1.997 se gestiona por parte del *Grupo de Acción Local* (ADS "Valle de Alcudia") el programa operativo *PRODER* (Programa de Desarrollo y Diversificación Económica de Zonas Rurales). Entre sus objetivos está el turismo rural, desarrollado mediante un eje estratégico regido por unas líneas de actuación como son la creación de una red de alojamientos rurales, creación de rutas temáticas, señalización turística e interpretativa, mejora de accesos y entorno inmediato de los recursos, etc. Líneas de actuación llevadas a cabo sobre 4 ejes temáticos: Minería, Pinturas Rupestres, Trashumancia y Red Natura 2000.

En lo que respecta al campo de la Minería se ha creado una ruta específica, que integra una serie de centros mineros de diferentes cronologías debidamente señalizados y recogidos en una publicación editada por la Mancomunidad del Valle de Alcudia. En la actualidad y dentro de la Iniciativa Comunitaria *LEADER PLUS* se sigue la misma línea de actuación, la valorización de los recursos naturales y culturales con un tema aglutinante de fondo como es la *Red Natura 2000*.

Todo ello en conexión con la planificación y trazado de rutas regionales que dicurren en parte por la Comarca del Valle de Alcudia como *la Ruta del Quijote* o *La Red Rocinante* con una difusión nacional e incluso internacional.

Arqueología minera y proyecto de restauración

A. Trachana
Universidad de Alcalá. Escuela Técnica Superior de Arquitectura[1].
atrachana@aq.upm.es

RESUMEN

En esta comunicación se va a presentar la visión del arquitecto frente a la arqueología minera y su valoración formal que confiere al conjunto la calificación de paisaje. La disciplina de la arquitectura dispone del instrumento configurador que es el proyecto y que permite realizar las formas imaginadas y también restaurar las formas deterioradas. Así que la forma restaurada sería la cuestión específica a tratar desde un posicionamiento crítico y propositivo Se abogará por el proyecto que interpreta los datos significativos del lugar, que considerar la naturaleza del resto material y formal a restaurar y rehabilitar dentro de un nuevo contexto prioritariamente, hoy, de carácter cultural y ecológico-ambiental.

Palabras clave: arqueología industrial, Arquitectura, minería, paisaje, proyecto, restauración.

ABSTRACT

The object of this conference is to present the perspective of the architect when contemplating the mine archeology and his valuation that confers the qualification of landscape on the whole. The discipline of architecture possesses the instrument of formation -which is the project- that allows imagined forms to be realised, and deteriorated forms to be restored. Thus, the restored form, from a critical and intended point of view, is the issue dealt with in this conference. In order to restore and revitalise an archaeological mining deposit, it is important to consider the nature of the material and formal remains that are to be restored and rehabilitated in a new context, especially today, which is cultural and enviro-ecological.

Key words: *Architecture, industrial archeology, landscape, mining, project, restoration.*

La perspectiva del arquitecto cuando contempla una configuración resultante de la extracción de una materia mineral, sea esta una cantera, o una mina a cielo abierto, o la montaña artificial de escorias, o las galerías de una mina arruinada, o la balsa artificial contenida en el cráter de la antigua mina inundada o la ruina del poblado minero abandonado, se diferencia sustancialmente de la visión del ingeniero de minas o del geógrafo, del geólogo, del ecólogo, y también de la del sociólogo y del psicólogo.

En su apreciación del conjunto de las máquinas, instalaciones, edificios, transformaciones orográficas, medio físico, asentamientos humanos, predomina la composición formal, aunque ésta no sea intencionada, resultado de un proyecto o lo sea sólo de forma parcial. La valoración del arquitecto obedece a un análisis visual. Es una valoración formal, la que confiere al conjunto la cualificación de paisaje.

[1] Dada la naturaleza y magnitud de la problemática real que constituye hoy la Arqueología Industrial y el incipiente interés político, cultural y medioambiental, esta temática se ha convertido oportunamente en materia académica y forme parte, por primera vez, del contenido curricular de una carrera de Arquitectura. Se ha introducido pues, por primera vez este año, una asignatura optativa del Plan de Estudios de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá, que pretente abordar de una forma introductoria y sintética la historia y los conceptos que permitan a los alumnos comprender los diferentes procesos de la industrialización y disponer de instrumentos teóricos y prácticos para intervenir en el patrimonio industrial y eso, esperemos, constituya el principio de un camino a recorrer por parte de nuestra disciplina y que este sea un camino del conocimiento, de la investigación y de la comprensión de una problemática extensa y todavía carente de la suficiente atención y en particular de la arquitectónica-paisajística y restauradora.

De territorio explotado a recurso patrimonial y económico que se convierte la arqueología industrial y el testimonio histórico-social, el paso a paisaje implica un salto cualitativo, un avance cultural. El paisaje constituye la expresión de madurez cultural, una carga cultural presente tanto en la realidad externa que es la forma del paisaje como en la percepción interna del observador.

En este sentido, la disciplina de la arquitectura dispone del instrumento configurador que es el proyecto y que permite realizar las formas imaginadas pero también restituir las formas deterioradas o incluso desaparecidas. A través del proyecto se capta una realidad, se interpretan sus significados a través de un procesamiento cultural que implica los valores contemporáneos. Con este material se formaliza la síntesis de lo nuevo que aparece como espacio, categoría física, tridimensional, material, cromática, relacional, arquitectónica, paisaje en definitiva, y como tal no exenta de la subjetividad que tiende a manifestarse como una componente poética.

En el mismo sentido, la restauración como diría Cesare Brandi[2] constituye el momento metodológico que la forma reaparece como unidad y plena de sentido.

El sentido de la forma restaurada sería, sin duda, la cuestión, y una cuestión, afirmaría, problemática que hoy nos enfrentamos, cuando, de raiz, el proyecto y la arquitectura contemporánea tienden a justificar su sentido en la autorepresentación.

Se trata por tanto de abogar por el proyecto que interpreta los datos significativos del lugar. Para una restauración y revitalización, aunque limitada y parcial, de un yacimiento arqueológico minero es importante tener en cuenta la multiplicidad de los objetivos y fines de su construcción y su explotación a lo largo del tiempo. Pero sobre todo hay que considerar el resto material y formal a restaurar y rehabilitar dentro de un nuevo contexto. Así que a partir del dato material, histórico y cultural, se trataría de habilitar espacios para usos y beneficios distintos de los que en su día fueron proyectados, asegurando así su permanencia testimonial y reorientando su función y utilidad a satisfacer nuevas necesidades. En este sentido, no hay que pensar en modalidades exclusivamente de carácter económico sino mixtas y prioritariamente de carácter cultural y de caracterización ambiental y ecológica.

Sería necesario plantear un criterio unificado de restauración que integre diversas orientaciones de uso y contemple el no uso o el uso tenue con la conservación del caracter original de la pieza o conjunto arqueológico. En minería siempre hablamos de configuraciones complejas ya que las actividades de extracción estaban directamente ligadas a otras actividades como la transformación, el transporte y la comercialización y por lo tanto, con la producción de energía, carreteras, puentes, canales, presas, tranvías aéreos, tendidos ferroviarios, puertos de embarque y cargaderos navales...

El alojamiento de los contingentes de mano de obra también estaban relacionados y de esos tenemos vestigios de diversas formas de apropiación del espacio rural, urbano y suburbano, desde precarias barriadas surgidas espontáneamente a las colonias autárquicas a medio camino entre el paternalismo capitalista y el éxito de las reivindicaciones obreras. En esos asentamentos nos encontramos también con los centros asistenciales, hospitales, centros de enseñanza, y todo tipo de equipamientos comunales que a veces tienen el interés de una arquitectura civil de calidad. Todos estos elementos sólo tienen sentido y conservan su identidad si se entienden como un sistema de organización espacial y territorial con un fin productivo. En este sistema forman parte integral los elementos paisajísticos que como los constructivos, aparentemente autónomos, cobran su sentido real al descubrirse las claves de articulación del sistema que pertenecen. Por ello, la verdadera unidad de análisis de la arqueología minera no debe ser un determinado hito mecánico o fabril, sino la entera estructura histórica del territorio, el conjunto de agentes o factores que se orientan hacia un mismo objetivo de producción. Es la finalidad unitaria la que define el paisaje minero aunque ello no implica la contigüidad espacial de sus elementos. La construcción de este paisaje es obra continua y persistente de una antropización que ha marcado huellas profundas sobre él. La acción humana se ha consti-

[2] Cesare Brandi, *Teoría de la restauración*, Alianza Editorial, Madrid, 1988.

tuido en prolongadas pervivencias y cambios convulsos sobre el espacio geográfico. Lo que es propio de la tecnología, su imparable avance y renovación tiene como contrapunto en la industria su rápida obsolescencia y, por lo tanto, el abandono y la destrucción que afecta maquinaria y útiles, sistemas de transporte, tipos de hornos, etc. En este, sentido nos encontramos con una gran parte de este patrimonio perdido e irrecuperable.

Ante las ruinas de los paisajes reposados que nos encontramos hoy, sería difícil imaginar el esplendor que tuvieron en su momento, el vigor de la vida minera con los ferrocarriles en marcha, hornos de calcinación, animales de tiro, vagonetas y numerosos trabajadores que han dejado su impronta en el paisaje.

A veces, los elementos arqueológicos más explícitos de un pasado industrial no son necesariamente los objetos artificiales que se añadieron a un paisaje, sino la propia modificación física del mismo, las alteraciones del relieve, de la orografía natural, la vegetación, la aparición de lagunas artificiales en los que se reproducen algunas de las características ecológicas y de las especies botánicas propias de las balsas de aguas surgidas en un proceso orogénico espontáneo.

Pero cuando el espacio construido y las personas se subordinan a un fin productivo y éste se agota o ya no se satisface en condiciones económicamente ventajosas, al primero se le reserva la sustitución o el abandono, y a los últimos la emigración o una permanencia condicionada por cambios radicales en el modo de vida.

En todo caso, la conservación, la restauración y la rehabilización del patrimonio minero, significan asumir este hecho industrial que fue la minería como componente básico de un proyecto ulterior y considerarlo como elemento operativo en la planificación del paisaje futuro dotándole de un nuevo sentido. El objetivo final optimo sería recrear un paisaje que mantenga abierta la memoria histórica del proceso productivo que se ejecutaba en aquel paraje porque, como sabemos, existe entre la sociedad (urbana) y su mundo rural e industrial un fuerte sentimiento identitario. Pero, a la vez, sería necesario integrar, potenciar y diversificar actividades productivas nuevas.

La implantación del uso museístico como modalidad única o parcial y en este caso compatibilizada con la activación de nuevos usos, debe dar lugar a la restauración de piezas arquitectónicas y mecánicas y así a la conservación de piezas ejemplares de arqueología industrial, por un lado, así como a la remodelación de piezas y conjuntos arquitectónicos y paisajísticos por otro.

Somos partidarios de la restauración frente a la tranformación indiscriminada y justificada por criterios subjetivos y arbitrarios. La metodología de trabajo tiene que fundamentarse en la investigación y el conocimiento. La lectura material complementada por el dato documental, pero también la transmisión oral y el recurso a toda fuente posible nos va a proporcionar los datos del nuevo proyecto. A esos datos habrá que integrar las nuevas necesidades que constituirán un programa de nuevos usos. Pero estamos convencidos de que nunca el uso o la imposición de un programa ha de transformar la situación encontrada más allá de lo que dicha situación es capaz de asumir en el más estricto, en este caso, "la función sigue la forma"[3].

En nuestro mundo posindustrial y global, lo industrial está connotado negativamente como lo sucio, lo degradado, asociado, incluso, con el trabajo inhumano y opresor, frente a lo terciaro o lo cultural y el ocio que dominan como concepciones de las sociedades contemporáneas y de las economías del consumo. El ¿qué hacer entonces, cuando cesa definitivamente una actividad industrial, con el espacio en el que ésta se ha desarrollado? podría ser susceptible e incluso en algunos casos técnicamente factible y socialmente rentable, de una repristinación del paisaje, eliminando los elementos añadidos y reponiendo aquellos que en su día fueron suprimidos por la actividad industrial. Pero, es de temer que el resultado de esta imposible marcha atrás en el tiempo quedaría reducido a una esperpéntica copia de sí mismo o, en el mejor de los casos, a una buena labor de jardinería a gran escala[4].

[3] La frase del arquitecto americano L. Sullivan "la forma sigue la función" se había convertido en el lema del funcionalismo en las primeras décadas del siglo XX.

[4] M. Ibáñez, A. Santana, y M. Zabala, *Arqueología Industrial en Bizkaia*, Gobierno Vasco y Universidad de Deusto, Bilbao, 1988.

No obstante, dentro del concepto de restauración del paisaje, sí tendría cabida la repoblación forestal y el reestablecimiento de formas y usos rurales, inviables durante la explotación minera, de manera que los factores paisajísticos se integren con otro tipo de factores, de índole económico y social, con la diversificación de las actividades que han de sustituir las ya desaparecidas. Así que la incorporación de este paisaje cultural en la oferta de esparcimiento y ocio en contacto con la vida silvestre y la cultura preindustrial no debe ser la única perspectiva.

Pues, el carácter del paisaje industrial que se sobrepuso sobre el paisaje agrícola precedente, del cual hoy apenas quedan vestigios, constituye la forma más compleja y elaborada de ocupación del territorio por el hombre aunque sea simultaneamente la más efímera. Y en este ritmo acelerado de destrucción y reconstrucción alternativa que es característica propia de las áreas mineras sería natural su nuevo reciclaje a una nueva industria.

La doble misión del arquitecto es entonces, proceder con el método del arqueólogo, para estudiar el instrumento de la producción en su contexto más ámplio, económico y social tratando de eludir su extinción definitiva y como proyectista proponer funciones alternativas ubicadas en la perspectiva cultural por un lado, pero que sean compatibles con otras perspectivas potenciadoras de la necesaria recuperación económica y social de éstas áreas deprimidas. Y para ello, restaurar y rehabilitar la estructura material y recomponer el paisaje en su unidad formal y coherencia funcional.

Todo ello, debería tener lugar de forma regular y natural y no extraordinaria, siendo necesaria su vinculación al planeamiento estratégico regional y a todas las escalas del planeamiento. Del concepto "paisaje en la ordenación del territorio" habría que avanzar hacia un concepto de "ordenación del paisaje" lo que significaría dar un sentido positivo al suelo no urbanizable y considerar necesaria su vinculación a las diferentes escalas del planeamiento.

No hay duda que en nuestros días existe una creciente demanda social de calidad del marco de vida en forma de paisaje, una demanda que se ha de prever en mayor aumento todavía dada la crisis del paisaje, que se manifiesta en la mayoría de los casos en las formas de la decrepitud y obsolescencia de los sectores y áreas industriales.

Dicha demanda de paisaje se contextualiza en el marco de avance de la conciencia ambiental y, en España como en otros paises hay una atención creciente al patrimonio industrial (Plan Nacional del Patrimonio Industrial, intervenciones programadas por el sector público, creación de museos de la industria y la técnica...).

También es verdad, que la rehabilitación de parajes como factor de calidad ambiental crece en función de la intensidad de un interés especulativo que se ha manifestado como invasor y transformador radical borrando las huellas del pasado reciente para establecer los usos más banales de nueva construcción.

En su condición de recurso patrimonial y económico el patrimonio minero, como todo tipo de patrimonio histórico y cultural, puede convertirse en objeto del interés de identidades regionales y locales, que ven en este paisaje un potencial económico de una forma simplista y unilateral, susceptible de convertirse a un factor todavía más degradante. Se debe, por tanto, plantear una ampliación de objetivos, ampliar incluso el catálogo y considerar no sólo los paisajes de excelencia sino también los ordinarios. Es necesario que se involucre en este proceso la práctica territorial ordinaria (técnicos y responsables políticos) a través de un esfuerzo normativo y reglamentario y sobre todo a través de la definición de objetivos de calidad paisajística.

Un paisaje industrial responde a tres fases: la de formación, la de abandono, y la de rehabilitación. Esta última como las anteriores ha de constituir un proceso largo, no puede ser instantánea. El proyecto, tiene que ir cubriendo etapas previstas en un plan director previo. Tiene que haber un estudio profundo que concluye con una propuesta global de un trataminento continuo y unitario. Porque el mayor daño que puede sufrir el patrimonio minero hoy, como todo tipo de patrimonio, son las intervenciones irreflexibles a golpes de partidas presupuestarias, fechas de inauguraciones y valoraciones superficiales que justifican con "que no tenía valor arquitectónico" la demolición de los vestigios o la conservación de piezas aisladas y descontextualizadas como alguna chimenea o algún que otro edificio singular.

En la cultura de la reutilización que nos caracteriza hoy, bien es verdad que observamos una variedad de soluciones con distintos niveles de complejidad. Entre los casos más elementales, nos encontramos con la demolición

dejando sólo los elementos singulares o bien la renovación radical y el vaciado de los edificios o las intervenciones incondicionales a los fines museísticos con altas prestaciones técnicas y todo un abanico de posibilidades.

Sin embargo, el valor del patrimonio minero en la mayoría de los casos no hay que buscarlo tanto en la calidad arquitectónica de sus monumentos singulares, como en la riqueza tipológica y funcional, la apertura de estas grandes unidades de paisaje a múltiples sistemas de lectura, el sistema de relaciones que establecen sobre el territorio...

La riqueza del patrimonio minero en España, abarca desde los principales yacimientos de cinabrio (mina de mercurio) de Almadén y Almadenejos explotados desde el siglo IV a.C. que han tenido una gran importancia para la economía española, a las minas de Río Tinto, la minería del carbón asturiana, la vizcaina del hierro que constituye el origen de un paisaje industrial integral cuya prácica totalidad de elementos compositivos forman parte de un sistema productivo coherente[5].

Sería por tanto de interés proyectar fórmulas que puedan hacer legibles estas relaciones, que reconviertan los recorridos en paseos de contemplación de este paisaje, que proporcionen puntos estratégicos para contemplar las diferentes perspectivas. Pero sobre todo, y como anteriormente he señalado, se trata de encontrar formulas mixtas de uso, que el uso cultural y educativo se combine con usos que busquen reestablecer los equilibrios sociales y económicos. La potenciación de un turismo "industrial" en analogía con un turismo rural, ya bastante desarrollado, sin descartar otras explotaciones agrícolas e industriales que la propia naturaleza del lugar y la gente podrían sugerir, implicaría el desarrollo de programas por parte de las administraciones locales junto con iniciativas privadas en que tendrían cabida la restauración y reutilización del patrimonio edilicio.

Su restauración formal y material, en este sentido, tendría que ser guiada por las exigencias de la conservación y por una razonable reutilización en aras de su mantenimento y pervivencia y no por las exigencias de una explotación intensiva ní por una motivación puramente estética. Como bien sabemos, el interés por las áreas industriales en desuso ha sido motivada inicialmente por la atracción que han sentido por ellas, desde hace algunos años, ciertos artistas plásticos y productores de imágenes, por un lado y operadores económicos y *developers*, por el otro[6].

El redescubrimiento visual por parte de los fotógrafos y la mitificación de esos paisajes inéditos ha dado lugar a un proyecto alternativo en que el análisis del espacio y la recuperación de la memoria se someten a la reducción de una visión romántica y sentimental, una elaboración, en definitiva, que ofrece un producto nuevo más en el mercado de la imágenes.

Sin embargo las alternativas más lógicas pasan necesariamente por una transformación estructural, y no una elaboración de la imagen, en que se implican las fuerzas sociales y económicas, lo que significa asumir las instalaciones mineras como componente básico de un proyecto ulterior y esta orografía artificial, este paisaje transformado como elemento operativo en la planificación del paisaje futuro dotado de nuevos contenidos: ecológico, cultural, social y económico.

Ante el automatismo, el mecanicismo, la gestualidad y la superficialidad que imponen las modas y las tendencias formales, quisiera reivindicar para el proyecto la profundidad, el espesor cultural, los contenidos con potencialidad de establecer entre la forma proyectada y la sociedad -público, usuario, y habitante- lazos de emotividad y afectividad; ante las nuevas formas de consumo cultural, anteponer la necesidad de los pueblos de identificarse con la cultura material de su pasado para conservar su memoria y su identidad. Ante el reductivismo a meros parámetros esté-

[5] M. Ibáñez, A. Santana, y M. Zabala, *Op. Cit.*

[6] Giovanna Rosso Del Brenna, "Arqueología industrial y proyecto contemporáneo. Un juego sin reglas", en *Preservación de la Arquitectura industrial en Iberoamérica y España. Cuadernos del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico,* 2001, p. 336. "Las más diversas razones y sugestiones, fascinación estético-folosófica de las "fronteras", esnobismos por exceso de refinamiento, eternos mecanismos de busqueda de lo nuevo y lo inusual, o más concretamente oferta de grandes espacios con una relación coste-metros cuadrados muy alentador, aunque con importantes señales de convergencia y coexistencia (o ausencia de incompatiblidades) de intenciones justifican la convicción de algunos de que el proyecto contemporáneo ha encontrado definitivamente "un gran tema uificador".

ticos y formalistas vacíos de contenido, reivindicar la complejidad de un organismo productivo y vital; frente al efecto tentador de parque temático, el concepto de ecomuseo, frente la pertenencia a lo global, a redes e intereses internacionales, la atención a lo local, a la irreductible naturaleza "transversal", nudo y cruce de fuerzas y de energías de distinto signo donde entran en juego operadores económicos, asociaciones culturales, entes locales, políticos, profesionales de distintas competencias y los mismos habitantes del lugar; reivindicar el habitar los lugares y los paisajes en un sentido profundo de adhesión, participación e implicación.

Es frecuente en esos casos que sea el lenguaje arquitectónico quien delate un verdadero distanciamiento cultural de la intervención arquitectónica con respecto a la estructura histórico-paisajística dominante. Quisieramos así, por último, atribuir al lenguaje arquitectónico la función de unificar y establecer continuidad y coherencia entre lo existente y lo nuevo. Es responsabilidad última de la disciplina de la arquitectura la organización y la configuración del espacio y por ello como decía Dimitri Pikionis, el arquitecto "tiene que bajar en la zanja de la obediencia" y escuchar muy atentamente las solicitudes del lugar para para así poder imaginar y crear espacios donde "habita el hombre"[7].

[7] Antonio Fernández-Alba, *Cinco evocaciones de una arquitectura construida y un epílogo a modo de homenaje. Primera lección magistral del curso académico 1997-1998.* Cuadernos de apoyo a la docencia del Instituto Juan de Herrera, ETSAM, 1997. Antonio Fernández Alba nos ha dado una de las más complejas definiciones de la arquitectura que integra la dimensión poética del habitar del hombre: "Proyectar la arquitectura lleva implícita la capacidad de imaginar, imaginar formas en el espacio que sobrepasan la realidad, para después construirlas sobre la propia realidad. Esta facultad imaginativa permite pre-figurar nuevas formas de vida, anticipar episodios para la biografía del hombre o recurrir a través del espacio a configurar un cúmulo de ensoñaciones, donde se puede verificar la acción de la que es solidaria la existencia, para encontrar al final la materia siempre atareada en superar los límites de la geometría. Proyectar es mediar entre las tramas existentes y los nuevos deseos humanos. Ideaciones gráficas que se convierten en construcciones que recorren los diferentes episodios del espacio en el tiempo intentando asumir la historia. Siempre fue hermoso para el trabajo del hombre mostrar como es posible hacer surgir las cosas de la imaginación y atribuirle el inaudito poder de la transformación. La construcción del espacio no se reduce exclusivamente a descifrar la forma sino a trascender y superar la materia de su fabricación. La arquitectura se proyecta así, a proporcionar lugares para la existencia de los hombres.

Evolución histórica del entorno económico en las minas de metales preciosos del sureste peninsular español, desde el inicio de la minería hasta la actualidad

F. Hernández Ortiz
Repsol-YPF
fhernandezo@repsolypf.com

RESUMEN

En la actualidad el entorno económico es uno de los factores mas importantes para lograr el éxito de la minería. Pero en los tiempos pasados, este éxito de la minería estaba relacionado con otros factores muy diferentes.

Palabras clave: Entorno económico, España, historia, metales preciosos, minería.

ABSTRACT

Today the economic environment is one the most important factors for the mining success. But in the ancient times, the mining success was related with obter differents factors.

Key words: *Economic Environment, history, mining, precious metals, Spain.*

INTRODUCCIÓN

El pasado de los yacimientos de oro y plata del Sureste español y su futuro inmediato, son el objetivo del presente trabajo. Pero para poder realizar un análisis específico de todo ello, primero es necesario hacer un análisis general de la minería de metales preciosos y de los factores que la controlan.

LOS INICIOS

Hace unos 5.500 años es cuando aparecen los primeros indicios de minería de metales en el Sureste de la península, siendo en este momento en donde podemos situar la aparición de lo que se podría llamar *minería económica*.

Pero ¿por qué el termino *minería económica*?. Desde su descubrimiento y utilización, el oro y plata (muy especialmente el oro) han sido dos metales cuya utilización ha ido estrechamente unida al concepto del poder. A diferencia del resto de los metales conocidos desde la prehistoria, el oro y la plata no eran normalmente utilizados para fabricar útiles (herramientas, armas y objetos de uso diario) sino que eran utilizados, en la mayoría de los casos, para fabricar elementos diferenciadores dentro de la incipiente sociedad (joyas y adornos). Es decir, aparecen las primeras estratificaciones sociales marcadas por el diferente poder económico y/o social de los individuos dentro de una comunidad.

El primer pueblo que comerció con los metales del Sureste peninsular, fueron los fenicios y sus operaciones consistían en trueques realizados con los habitantes de las costas del Sureste a quienes entregaban productos elaborados (perfumes, ungüentos, baratijas, etcétera) a cambio de la plata extraída en las minas de la zona.

LA ETAPA HISTÓRICA

Los cartagineses sustituyeron a los fenicios en su papel colonizador pero el principal objetivo era el de controlar la fuente de riqueza económica que suponían las minas de plata del Sureste y así tener opción a ser la potencia hegemónica en el Mediterráneo. Roma era su contrincante, manifestándose esta rivalidad a través de las tres guerras púnicas, cuyo punto de inflexión a favor de Roma, se dio cuando los romanos conquistaron las minas de Cartago Nova dando así un golpe de gracia a una de las principales fuentes de riqueza que permitía a los cartagineses armar sus ejércitos. En la etapa moderna, Felipe II armaba sus tercios y movía sus piezas de política exterior según el ritmo de llegada de las flotas que traían la plata desde América. En función de la cantidad de plata y oro que arribaban a Sevilla, el rey decidía que operaciones se realizarían contra sus enemigos en Europa. La conclusión de todo esto es muy simple:"a lo largo de la historia, la riqueza y poder una nación, ha estado estrechamente relacionada con la cantidad de metales preciosos que poseía".

LA EDAD CONTEMPORÁNEA

Pero los tiempos cambian y la economía también lo hace. En el siglo XIX se produce la revolución industrial y un país en donde predominaba la riqueza científica sobre la riqueza de metales preciosos, es capaz de dominar el mundo y crear un imperio como lo fue el Imperio Británico. Es el primer aviso de los profundos cambios políticos, sociales y económicos que se van a producir a escala mundial durante el siglo XX.

En los libros de Historia Económica se puede encontrar el proceso de cambio desde los antiguos sistemas económicos hasta las modernas economías fiduciarias de hoy en día. El proceso se inicia a mediados de siglo XIX y finalizara a principios del ultimo tercio del siglo XX. En un sistema monetario metálico, históricamente las monedas han tenido un valor igual a su contenido metálico, el cual era fundamentalmente oro o plata. La riqueza de un país se media por sus reservas de oro y plata. A mediados del siglo XIX, la mayoría de los países se regían por este tipo de sistemas, pero comenzó una evolución que se describe a continuación de una manera extremadamente sintetizada:

A) En 1868 se crea la Unión Monetaria Latina (Bélgica, Francia, Italia, Suiza).
  - Es uno de los gérmenes de la internacionalización del sistema monetario.
  - La Unión, adopta el clásico patrón-moneda bimetálico: plata-oro.

B) En 1878 la Unión Monetaria Latina abandona el bimetalismo.
  - Se mantiene solamente el patrón-moneda oro.

C) En 1929 la *Gran Depresión* hace tambalearse los cimientos económicos establecidos hasta ese momento (Se revisan las bases de la economía internacional).

D) En 1944 se firman los acuerdos de Breton Woods.

E) En 1971 se tambalea el sistema monetario salido de Breton Woods.
  - EEUU abandona la convertibilidad del dólar en oro.
  - Devaluación del dólar.

F) En 1973 se derrumba el sistema monetario salido de Breton Woods.
  - Nueva devaluación del dólar.
  - Crisis del petróleo.
  - Fin de los cambios fijos de las principales divisas internacionales.
  - Establecimiento definitivo de las monedas fiduciarias.

Toda esta serie de acontecimientos desembocará en el establecimiento de los sistemas fiduciarios. A partir de 1973, el valor de las monedas y de la economía de cada país lo marca la capacidad que tenga el citado país para gene-

rar riqueza (independientemente de sus reservas de oro y plata). La primera consecuencia de este cambio de economía metálico-fiduciario, se puede ver en el gráfico adjunto de precios del oro entre los años 1850 y 2001. Se observa como lo que antes era un valor fijo y prácticamente inalterable pasa a ser algo volátil y que depende del mercado, a partir del inicio de la década de los años 1970.

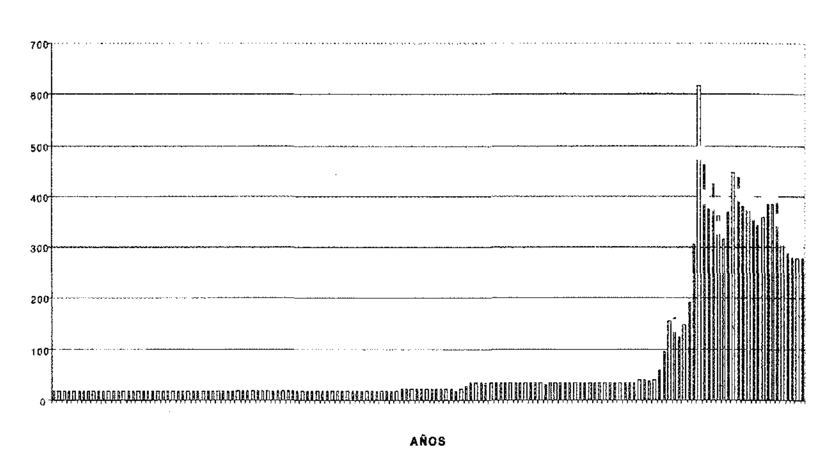


Figura 1. Evolución del precio del oro desde un tradicional sistema monetario metálico hasta el actual contexto económico fiduciario.

Actualmente el precio del oro está sujeto a fuertes oscilaciones en el mercado y su consecuencia directa es que una mina de oro, que en un año determinado es rentable, puede que al año siguiente se vea obligada a cerrar porque ya no es rentable. Hoy en día la principal baza para que una mina esté en actividad, no va a ser que se conozca geológicamente en detalle un yacimiento de metales preciosos, ni que se descubra una nueva tipología desconocida hasta ese momento, ni siquiera que se descubran nuevas técnicas metalúrgicas que permitan bajar la ley de corte para la explotación, tan sólo va existir un factor determinante para que una mina de metales preciosos permanezca en actividad: *rentabilidad*.

Si esto es así y sólo la *rentabilidad* va a marcar la frontera entre la actividad o inactividad de una mina, debemos preguntarnos entonces de que factores depende la rentabilidad. Los factores a tener en cuenta en la hipotética rentabilidad de un yacimiento, serán fundamentalmente dos: A) Tener un conocimiento exhaustivo del yacimiento de metales preciosos y B) Bajos costes operativos para poder sobrevivir a las crisis de precios del mercado de metales preciosos.

Una vez que se ha descubierto un yacimiento y se ha investigado en detalle llega el momento de plantearse el hecho de sí con ese yacimiento se va a conseguir rentabilidad, es decir, se va a recuperar más dinero del que se va a invertir. ¿Pero porqué esta obsesión con unos bajos costes operativos?. Hoy en día las empresas, realizan un análisis estratégico externo e interno antes de abordar cualquier proyecto de inversión de cierta envergadura. Con ello se pretende detectar las fortalezas y debilidades de la empresa (análisis estratégico interno), así como las amenazas y oportunidades existentes en el mercado (análisis estratégico externo). La industria minera no es una excepción a estas tendencias y en función de sus características específicas realiza sus análisis correspondientes (ver Figuras 2 y 3).

ANALISIS ESTRATEGICO EXTERNO

ENTORNO GENERAL
(economía, sociedad, política, tecnología, etc)

- **Perfil estratégico**______________Elaborar una lista de factores y valoro cada uno de ellos de 1-5
- **Método de los escenarios**_______Contemplar diversos escenarios coherentes futuros
- **Método Delphi**________________Solicitar la opinión de expertos, respecto a algunas cuestiones
- **Método impactos cruzados**______La probabilidad de un suceso, varía en función de que ocurra otro

ENTORNO ESPECIFICO
(minería)

Fuentes de competencia horizontal (según Porter)

- **Amenazas de sustitución** - Depende del precio máximo que el mercado este dispuesto a pagar por el producto
- **Entrada de competidores** - Dependerá de la existencia de barreras de entrada: económicas, tecnológicas, operativas, etc
- **Existencia de competidores** - Numero de competidores, tamaño de los competidores, grado de su diferenciación

Fuentes de competencia vertical (según Porter)

⊙ **Poder negociador de compradores** – El producto es un commodity y por tanto no es un factor decisivo
⊙ **Poder negociador de proveedores** – No existen grandes diferencias entre los proveedores de la minería

Figura 2. Ejemplo de análisis estratégico externo para la minería de metales preciosos.
El entorno general se puede analizar utilizando alguno de los métodos propuestos, con el objetivo de conocer las oportunidades existentes en el mercado y que se puedan aprovechar por parte de la minería de metales preciosos.
El entorno específico se puede analizar teniendo en cuenta los criterios de Porter, sobre cuales pueden ser las fuentes de competencia horizontal y vertical, es decir, las amenazas para la minería de metales preciosos.

ANALISIS ESTRATEGICO INTERNO

ANALISIS INTERNO DEL SECTOR

- **¿qué quieren los clientes?**_______Un producto estándar
- **¿cómo sobrevive la mina?**______con unos bajos costos operativos, para sobrevivir a las posibles fluctuaciones de precios del mercado de metales preciosos

RECURSOS DE LA EMPRESA

⊙ **Tangibles**___________aquellos medibles en una contabilidad (recursos económicos, inmuebles, etc)

⊙ **Intangibles**__________aquellos no medibles contablemente (capacidad tecnológica, valía del equipo humano, etc)

CAPACIDADES DE LA EMPRESA

⊙ **Costes operativos**____factor clave en la minería de metales preciosos

⊙ **Flexibilidad**__________capacidad para adaptarse a los cambios: tecnológicos, laborales, económicos, legales, etc

BENCHMARKING

⊙ **Evaluaciones comparativas con otras empresas del sector**____________las comparaciones se pueden hacer a cualquier nivel y si es positiva se debe de adoptar (benchmarkin g en costos operativos, en seguridad, en sistemas financieros, en mejora continua del proceso, etc)

Figura 3. Ejemplo de análisis estratégico interno para la minería de metales preciosos, a través del cual se deben establecer sus fortalezas y sus debilidades.

Las características de la citada industria minera se pueden cuantificar y representar gráficamente en una *matriz estratégica orgánica* (Figura 4) y ver que la minería de Au y Ag es una industria del tipo maduro y que en función de la posición competitiva que sea capaz de alcanzar, se determinará su rentabilidad.

De nuevo se debe hacer otra pregunta, en este caso la de: ¿Cómo alcanzar una posición competitiva? (ver Figura 5).

MATRIZ ESTRATEGICA ORGANICA

Zona I - Potenciar el desarrollo / Zona II - Invertir selectivamente / Zona III - Abandonar

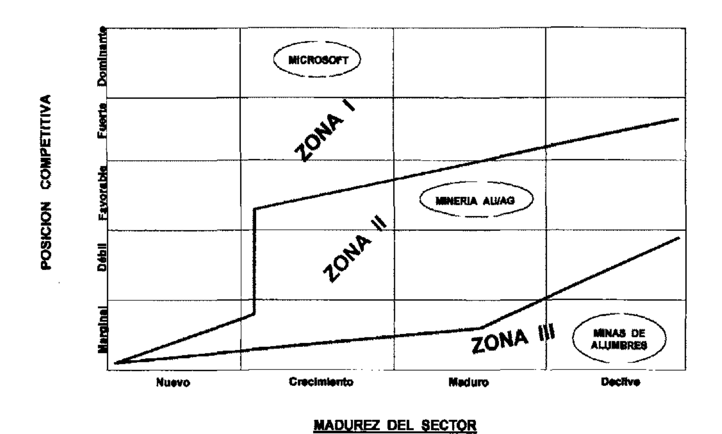
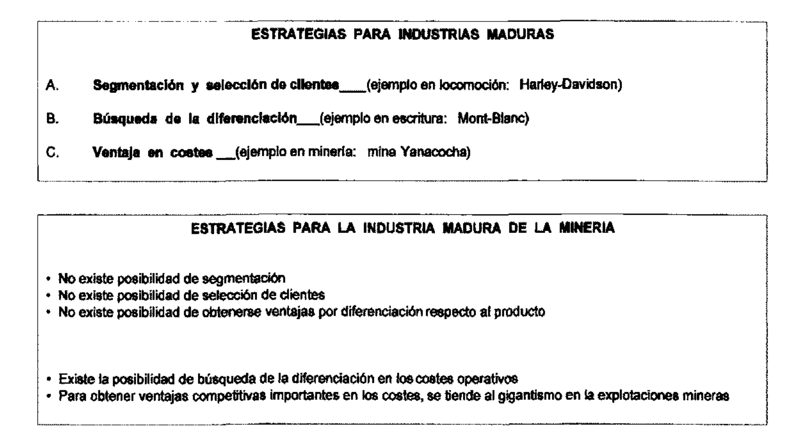


Figura 4. Una industria dominante y en crecimiento, como la industria informática representada por Microsoft, es un ejemplo donde se debe potenciar su desarrollo e invertir. Una industria marginal y en declive como la minería medieval de los alumbres, es una industria que se debe de abandonar y no invertir. El caso intermedio estaría bien representado por un tipo de industria como la minería de los metales preciosos, que en función de la posición competitiva que sea capaz de colocarse, se deberá potenciar e invertir en ella o bien deberá de ser abandonada y no invertir en ella.

VENTAJAS COMPETITIVAS



ESTRATEGIAS PARA INDUSTRIAS MADURAS

A. **Segmentación y selección de clientes**___(ejemplo en locomoción: Harley-Davidson)

B. **Búsqueda de la diferenciación**___(ejemplo en escritura: Mont-Blanc)

C. **Ventaja en costes** ___(ejemplo en minería: mina Yanacocha)

ESTRATEGIAS PARA LA INDUSTRIA MADURA DE LA MINERIA

- No existe posibilidad de segmentación
- No existe posibilidad de selección de clientes
- No existe posibilidad de obtenerse ventajas por diferenciación respecto al producto

- Existe la posibilidad de búsqueda de la diferenciación en los costes operativos
- Para obtener ventajas competitivas importantes en los costes, se tiende al gigantismo en la explotaciones mineras

Figura 5. Estrategias parar lograr ventajas competitivas para una industria con una baja tasa de crecimiento en los últimos años (ejemplo: industria madura de la minería).

Para el caso de los metales preciosos no existe posibilidad de segmentación del mercado ya que no se puede elegir a un determinado segmento de clientes para venderles solamente a ellos. Tampoco existe posibilidad de búsqueda de la diferenciación con el producto porque el oro y la plata son unos *commodity* y su precio es prácticamente el mismo en cualquier parte del mundo. Entonces sólo queda la posibilidad de alcanzar una ventaja

competitiva a través de los costes; de hay la obsesión de todas las compañías mineras por unos bajos costes operativos. Es ahora cuando ha llegado el momento de hacernos la pregunta que justifica la existencia de este trabajo: ¿Volverán a ponerse en producción los yacimientos de metales preciosos del Sureste de España en un futuro próximo?.

Como se puede ver en ejemplos reales de ventajas en costes, existen minas como *Yanacocha* en Perú, donde es rentable la explotación de un metal precioso (en este caso el oro, pero el ejemplo es extrapolable a otros metales). Uno de los datos más destacables de Yanacocha es el del volumen de material que mueve diariamente y que es de unas 500.000 toneladas (150.000 de estéril y 350.000 de mineral). Esta impresionante cantidad de material tratado diariamente ha hecho que se consiga uno de los costes operativos más bajos del mundo y que la ley de corte sea inferior a 1 gramo de oro por tonelada. Sin entrar en detalles de laboreo y de tratamiento metalúrgico, ya tenemos el factor determinante de rentabilidad en Yanacocha, que no es otro que el volumen de material tratado. Debido a esto se ha comenzado a utilizar el concepto "*gigantismo*" para sintetizar en una sola palabra todas las características que reúne una mina de estas características, pero de las que podemos encontrar decenas de ejemplos similares alrededor del mundo. Todo debe ser "*gigante*": los camiones, las cargadoras, las cortas, el tonelaje de explosivos utilizados, el volumen de reactivos consumidos, etcétera.

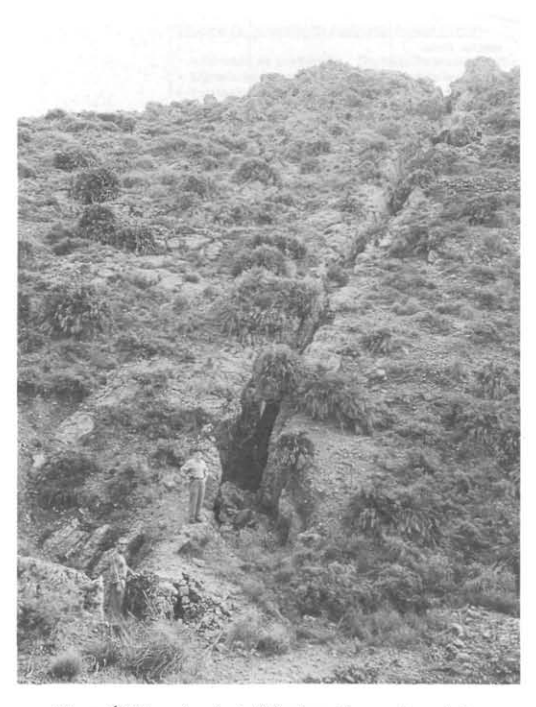


Figura 6. Típico ejemplo de filón de metales preciosos de los yacimientos de Rodalquilar (los más importantes del Sureste peninsular) explotado a comienzos del siglo XX. Corresponde a una tipología epitermal de baja sulfuración plasmada en filones volcánicos que suelen tener un metro de potencia y no sobrepasan los 100 metros de profundidad. Este tipo de filones ha sido el mayoritariamente explotado durante la historia minera contemporánea de Rodalquilar y su volumen de material está claramente por debajo y fuera del alcance de un mina del tipo del gigantismo actual.

En los yacimientos del Sureste de España siempre se ha trabajado con leyes muy superiores al gramo por tonelada, como por ejemplo en Rodalquilar, donde Adaro trataba a mediados del siglo XX, casi 200.000 toneladas al año con unas leyes medias de 4 gramos por tonelada. Pero en el Sureste español no se dan los volúmenes suficientes de mineral aurífero o argentífero para pensar tan sólo en acercarse levemente al gigantismo de las actuales explotaciones mineras de metales preciosos.

Volviendo al ejemplo de Rodalquilar, en los momentos más optimistas en la investigación de la Sierra del Cabo de Gata por parte de la compañía estatal Adaro, se llegó a insinuar la existencia de 75 millones de toneladas de mineral aurífero (que finalmente se quedaron sólo en cuatro). Con este volumen de 75 millones de toneladas de mineral aurífero y explotándolo al ritmo de nuestro ejemplo de Yanacocha, Rodalquilar tendría mineral para tratar durante poco más de 200 días, espacio de tiempo claramente insuficiente para rentabilizar una inversión del gigantismo de las actuales minas en funcionamiento. Además se debe tener en cuenta que la mayoría de estas minas gigantes se encuentran localizadas en países donde la legis-

lación medioambiental no es tan restrictiva como las legislaciones medioambientales existentes en Europa, que provocan unas grandes barreras económicas de salida debido al gasto necesario que se debe hacer en el momento de cerrar la mina y restaurar medioambientalmente lo que establezca la ley.

CONCLUSIONES

De esta manera llegamos a la conclusión de que en el actual contexto económico mundial, los yacimientos de metales preciosos del Sureste de España difícilmente serán rentables, independientemente de los logros que se alcancen en los campos de la investigación geológica, minera y metalúrgica. En el pasado no existían conceptos como: rentabilidad, amortización, costes, cuenta de resultados, balance de situación, etcétera. Pesaba muchísimo más la necesidad de obtener oro y plata como medio indispensable para lograr poder y hegemonía (contexto monetario metálico) que el hecho de hacerlo en unas determinadas condiciones de bajos costes (contexto monetario fiduciario). Si al antiguo contexto monetario metálico le unimos las ricas leyes que existían en los yacimientos de metales preciosos del Sureste peninsular, obtendremos como resultado el hecho de que se hallan explotado casi en continuidad durante los últimos 5.500 años.

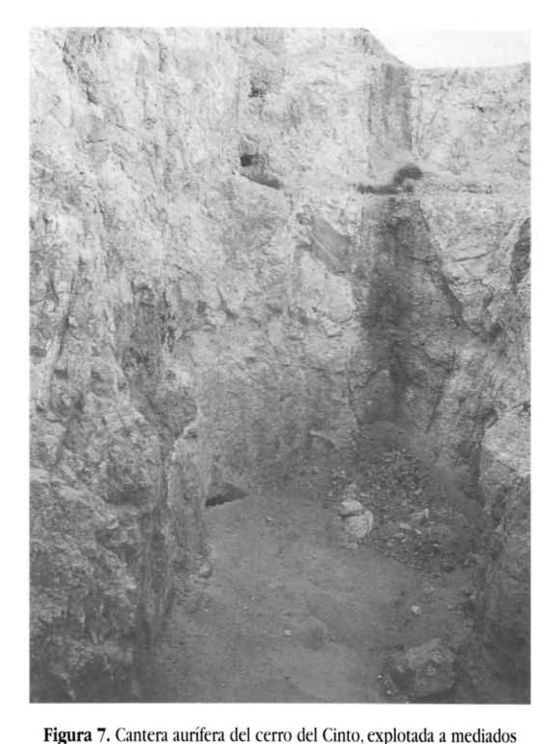


Figura 7. Cantera aurífera del cerro del Cinto, explotada a mediados del siglo XX, en los yacimientos de Rodalquilar. En la pared se pueden apreciar como son cortadas algunas galerías de interior. Este es el segundo tipo de criadero de Rodalquilar, representado por una tipología epitermal de alta sulfuración plasmada en diques de varios metros de potencia como el que se observa en la imagen. En el cerro del Cinto existen siete diques de este tipo que en su conjunto fueron cubicados en 4.000.000 de toneladas de mineral aurífero con leyes que rondaban los 4 gramos de oro por tonelada. Este volumen de material está claramente por debajo y fuera del alcance de un mina del tipo del gigantismo actual.

BIBLIOGRAFÍA

- **Hernández Ortiz, F. 2003:** *Rodalquilar: Geología, Minería, Metalurgia y Patrimonio Minero.* Tesis doctoral dirigida por Octavio Puche Riart. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. 714 pp.

Rutas de la minería histórica española

R. Cutipé Cárdenas* y J.M.ª García de Miguel**
*Miembro de Icomos e investigadora principal del proyecto.
**UPM. Vice-presidente de ICOMOS España. Titular de la Cátedra UNESCO-ICOMOS (España).
Director del Proyecto.
jmgar@dinge.upm.es

RESUMEN

El presente artículo describe el programa "Rutas de la Minería Histórica Española", promovido por el Comité Nacional Español del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (CNE-ICOMOS) en coordinación con la Cátedra UNESCO-ICOMOS (España) de Patrimonio Histórico Cultural. Las instalaciones mineras y los pueblos históricos vinculados con ellas están sometidos a un proceso continuo de deterioro debido al cese de las actividades mineras extractivas causado por los cambios que se viven en los sistemas de producción y el reciclaje de materiales. España posee uno de los más importantes patrimonios minero industriales en el mundo. Por lo tanto, le corresponde ser uno de los principales promotores de la investigación y protección de dicho patrimonio, no sólo en España misma sino en otros países históricamente vinculados a ella.

Siendo ICOMOS el organismos asesor de la UNESCO en temas del Patrimonio Mundial, uno de los principales objetivos del programa es identificar *valores universales sobresalientes* en minas que podrían, eventualmente, ser nominadas a la Lista del Patrimonio Mundial.

Palabras clave: Fichas de Inventario del Patrimonio Histórico-Minero, Lista del Patrimonio Mundial, Patrimonio Cultural, Patrimonio Histórico-Minero, patrimonio inmaterial.

ABSTRACT

This article describes the program "Routes of Spanish Historical Mining", promoted by Spanish National Committee of ICOMOS (International Council of Monuments and Sites) in coordination with UNESCO-ICOMOS Spain Chair on Historical and Cultural Heritage. Mining installations and historical towns linked to them are under a continuing deterioration process because of the cease of extractive mining works caused by current changes in production systems and recycling of materials. Spain has one of the most important mining industrial heritages around the world. By this reason, it has the responsibility to be one of the main promoters of researching and protection of such heritage not just in Spain but also in historically linked countries.

Being ICOMOS advisor of UNESCO on World Heritage issues, one of the main goals of the program is to identify outstanding universal values *in mines that should eventually be nominated to the World Heritage List.*

Key words: *Cultural Heritage, Historical Mining Heritage, Historic Mining Record, Intangible Heritage, World Heritage List.*

INTRODUCCIÓN

España es un país con una tradición minera milenaria y cuenta, por lo tanto, con un rico Patrimonio Histórico Minero (en adelante PHM) que debe ser conservado como elemento contenedor de una serie de conocimientos técnicos, formas de vida, tradiciones, relaciones comerciales y valores intangibles asociados. Dentro del espíritu del ICOMOS es fundamental la realización de labores de investigación, promoción de la puesta en valor, conservación, y difusión de los bienes del Patrimonio Cultural, actividades que deben ser asumidas mediante programas integrales. A este contexto responde el Programa *Rutas de la Minería Histórica Española* que se desarrolla dentro de las activida-

des nacionales y de proyección internacional del Comité Español de ICOMOS en coordinación con la Cátedra UNESCO-ICOMOS (España) de Patrimonio Histórico Cultural.

Partiendo de esa filosofía, ICOMOS España con el auspicio del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España viene trabajando en el mencionado proyecto, sobre cuyo desarrollo metodológico trata el presente artículo.

PROYECTO "RUTAS DE LA MINERÍA HISTÓRICA ESPAÑOLA"

La importancia del proyecto es de primer nivel, dado que las labores mineras en el territorio español datan de muy antiguo. Estos trabajos tienen antecedentes en pueblos tan antiguos en la ocupación del espacio peninsular, como los tartesos, fenicios, cartaginenses, romanos y, posteriormente, árabes, culturas que fueron legando una a otra los bienes producto de su desarrollo minero, entre otros.

Con el transcurso de los procesos histórico-mineros se ha ido configurando un paisaje cultural que caracteriza a diversas regiones y pueblos hispanos. Se puede citar las grandes obras de la época romana para la extracción de oro en Las Médulas, sitio inscrito en la lista del Patrimonio Mundial. Son igualmente importantes las prácticas mineras en la denominada Faja Pirítica. Otras muestras significativos se pueden hallar en las zonas mineras de Linares-La Carolina, Cartagena, León, Asturias, Palencia, Peñarroya y Puertollano, la Sierra Gador, Castuera y el Valle de Alcudia.

Esta es sólo una rápida referencia a las más notables manifestaciones de la minería en España. Además tenemos las explotaciones de la especularita (yeso especular para ventana) de los romanos, los hornos árabes de cal y yeso y la minería de la sal, cuyas técnicas de explotación han tenido importancia en el desarrollo de la minería y la construcción generando obras que hoy forman parte del PHM.

Frente a esta riqueza, prácticamente incalculable, se cierne una grave amenaza, generada en la crisis mundial de la industria minera extractiva, debida, entre otros fenómenos, al incremento de las prácticas de reciclaje de materiales. Si bien esto tiene importancia desde el punto de vista del uso sostenible, no debe llevarnos a dejar de lado toda la amplia etapa histórica en la que la extracción de recursos mineros fue trascendental. No se trata de mantener artificialmente actividades que tal vez ya no respondan a las necesidades de nuestras sociedades, sino de reconocer el valor que, en su momento histórico, tuvieron cada una de las actividades humanas para el desarrollo de los pueblos, conservando también los conocimientos y tradiciones culturales generados gracias a ellas.

Se requiere de una capacidad de respuesta a la problemática social generada por el cambio en los patrones productivos. Los fenómenos de despoblamiento de zonas mineras, debido a la falta de fuentes de generación de trabajo y recursos, deben solucionarse de una manera acorde a cada realidad cultural. La revalorización de los bienes culturales puede asumir no sólo el rol de cohesión social indispensable, sino el de fuente de riqueza. Para ello se requieren programas que otorguen el correcto orden de prioridades, debiendo estar en primer lugar la conservación de la cultura tangible e intangible. De lo contrario se corre no sólo el riesgo de generar una grave pérdida de identidad en las poblaciones afectadas, sino de dejar que se destruyan los valores que, potencialmente, son la nueva fuente para su sostenimiento económico y supervivencia.

Conocida la trascendencia del PHM español, se ha podido formular una premisa desde la que parte el *Programa Rutas Culturales de la Minería Histórica Española*: dado que dicho patrimonio es de primerísimo nivel en el contexto mundial, corresponde a España ocupar un primer lugar en su estudio y conservación.

Las iniciativas existentes en este sentido son importantes, pero no llegan a cubrir todo el inmenso panorama de industrias mineras actualmente inactivas. El proyecto de ICOMOS busca sumarse a esfuerzos que vienen siendo realizados por instituciones como la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPYM) fundada en 1995, que ha dado lugar a documentos como el Manifiesto de Linares (2000).

Un caso concreto es el del Museo Minero de Riotinto que ilustra como es posible inclusive, gracias a las labores de recuperación patrimonial -en este caso del ferrocarril minero- generar una fuente de divisas alternativa a la que fuera la actividad extractiva misma, gracias a la cantidad de visitantes aportados por el turismo cultural.

El proyecto busca entender la minería como una actividad dinámica, implicando un conjunto de interrelaciones entre diversos pueblos que configuran lo que estamos denominando las Rutas de la Minería Histórica, por las que no sólo discurría la actividad comercial, sino también todo ese rico conjunto de manifestaciones culturales definido por el Comité Internacional de Itinerarios Culturales (CIIC) de ICOMOS como itinerarios culturales.

En tal sentido se cuenta con un rico repertorio de lineamientos científicos para llevar adelante esta labor. Son de destacar las conclusiones del Seminario de Pamplona[1] (2001), e instrumentos metodológicos como la Ficha de Inventario de Conjuntos Histórico Mineros[2], cuya aplicación ha sido fundamental en el presente proyecto. Así mismo, se ha establecido colaboración con otros comités iberoamericanos de ICOMOS en el diseño de bases estratégicas para un programa de estudio, promoción y desarrollo integral de la ruta de la minería histórica española. Para ello, se han aprovechado los esfuerzos y la red creada por el Proyecto Camino Real Intercontinental.

OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene entre sus principales objetivos el logro de un mejor y adecuado conocimiento de las manifestaciones del PHM Español, en sus aspectos tangibles e intangibles, mediante su adecuada catalogación; la determinación histórica de las principales rutas culturales generadas en torno a la actividad minera, promoviendo su conservación integral como espacios en los que se ha desarrollado un importante intercambio de personas, mercancías, conocimientos técnicos, valores y tradiciones de los pueblos mineros, entre otros; la promoción, rescate y revalorización técnica y científica de las diversas manifestaciones del PHM Español; la promoción de programas integrales que contemplen soluciones para la problemática social generada por el progresivo abandono de las actividades mineras; la difusión de la importancia del PHM Español y la necesidad de conservarlo; la comprensión del proceso de desarrollo de la minería hispana dentro de un contexto universal, vinculándola con el proyecto Camino Real Intercontinental, también de ICOMOS-España, entendiendo que el proceso del descubrimiento y conquista de América tuvieron incidencia directa sobre la minería hispana; y la determinación de casos que presenten "valores universales sobresalientes" con miras a su inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO (Primera etapa)

Entre ellos, la realización de un acercamiento bibliográfico al tema, a fin de determinar el estado de la cuestión; la revisión y catalogación bibliográfica especializadas sobre la minería en España; el llenado de Fichas de Inventario del PHM Español, de acuerdo al formato elaborado para tal fin por el CIIC.

ACTIVIDADES REALIZADAS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El trabajo se inició con una búsqueda de información utilizando la herramienta de las redes informatizadas del

[1] www.icomos-ciic.org.
[2] www.icomos-ciic.org.

Internet. El nivel de desarrollo de las redes intercomunicadas de bases de datos es de importancia sustancial, y tiene grandes avances en el caso español. Esta labor se realizó de manera coordinada con la de la revisión y análisis específico de textos especializados. Sin embargo, es importante notar en este punto que la primera orientación lógica de la búsqueda fue conocer la existencia o no de trabajos de recopilación de información bibliográfica en el tema de la historia de la minería. En tal sentido fue fundamental para la orientación posterior de nuestro trabajo el ubicar dos obras de gran importancia; nos referimos a los 8 volúmenes editados por la Cátedra de San Isidoro bajo el título *La Minería Hispana e Iberoamericana.* El segundo de dichos volúmenes contiene la reproducción facsimilar del libro *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales,* de Eugenio Maffei y Ramón de La Rúa. Este texto es de consulta fundamental para cualquier trabajo histórico de la minería hispanoamericana hasta el año 1892. Hay además, dentro de los volúmenes de la referida obra de la Cátedra San Isidoro, otros que contienen información de gran interés para el estudio documental y bibliográfico. Es el caso del volumen VI que contiene una amplia revisión de la documentación del Archivo General de Simancas sobre el tema. El segundo de los textos al que hacemos alusión, es *La minería hispana e iberoamericana: repertorio bibliográfico y biográfico,* obra en 4 volúmenes editada por Juan Manuel López de Azcona, Ignacio González Casanovas y Esther Ruiz de Castañeda que abarca el lapso comprendido entre 1492 y 1992.

ELABORACIÓN DE UNA MEMORIA DE LA HISTORIA DE LA MINERÍA EN ESPAÑA, CON ESPECIAL ÉNFASIS EN TEMAS DE INTERÉS DEL PROYECTO

Existen varias e importantes investigaciones sobre diversos aspectos de la historia de la minería española. No obstante, el equipo del proyecto consideró que era importante contar con una memoria histórica vinculada con la protección del PHM. Así vemos la historia de la minería hispánica como una historia en la que el conjunto de conocimientos, usos y costumbres, técnicas de explotación históricamente desarrolladas, arquitectura minera propiamente dicha, arquitectura de entorno y otros factores conforman el Patrimonio Cultural Minero. Es de destacarse el valor de la información histórica contenida en el conjunto de textos que conforman la obra *La Minería Hispana e Iberoamericana,* el estudio más amplio que se conoce sobre la materia.

LEVANTAMIENTO DE DATOS SEGÚN EL FORMATO DE LA FICHA DE LA MINERÍA HISTÓRICA DEL CIIC

Uno de los principales aportes que realiza el presente proyecto reside justamente en la elaboración de fichas que se constituyen en documentos integrales para el estudio de la situación concreta del patrimonio tangible e intangible de cada una de las regiones mineras, las zonas mineras y las explotaciones mineras en sí. Dado el conocimiento previo que se tenía del tema, reforzado a lo largo del proceso de cada una de las actividades, se pudieron tomar algunas medidas de carácter metodológico para la ejecución del proyecto. Si bien la Ficha de Inventario del PHM, se constituye en una herramienta por sí misma útil, consideramos necesario tener una lógica procedimental para su aplicación a cada caso concreto, que dependerá de factores como la realidad geo-minera de cada país; la zonificación minera desplegada en dicha geografía; los procesos históricos que se han dado en la interrelación de la mina con su entorno humano, y del pueblo minero con la sociedad en general; el sistema político-administrativo que afecta su gestión, entre otros. Así, teniendo como base la revisión bibliográfica previa se adoptó la siguiente metodología:

a) Criterios generales:

- Fichas por Comunidad Autónoma.
- Proyecto piloto: La "Franja Pirítica". La Franja Pirítica constituye uno de los espacios geológico mineros de mayor importancia en la historia de la minería española, con explotaciones de tanta tradición como Ríotinto. Por tal razón el equipo del proyecto decidió tomar este caso como Proyecto Piloto a seguir en el desarrollo de la primera fase del mismo. Así, se han desarrollado las fichas de las minas más importantes de esta zona metalogenética, debiendo completarse las faltantes en una siguiente etapa.

b) Criterios de carácter específico:

- Por asentamiento minero. Se trata de levantar la Ficha de Inventario específicamente correspondiente a cada asiento minero. Sin embargo, como el número de asientos excede con creces a los alcances de la investigación planteada en su primera fase, fue necesario priorizar los casos a ser desarrollados en la primera etapa en base a criterios históricos, patrimoniales, antropológicos, técnicos y didácticos. La explicación de las minas que comprenden la franja pirítica (catalogadas por Pinedo Vara en 1960 y las que persisten luego de aquel momento) se desarrolla en el siguiente cuadro.

PRIMERA EVALUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Considerando que el PHM forma una parte importante del Patrimonio Cultural Español, debemos afirmar que el proceso de cambio de actividades, en detrimento de la minería, en las últimas décadas y cada vez con mayor incidencia, ha implicado el abandono físico y consiguiente deterioro de numerosas minas y, por ende, de sus instalaciones, construcciones, centros de procesamiento de materiales, etc. Cada uno de estos sitios contiene un conjunto de bienes de valor histórico que están perdiéndose de manera progresiva.

Este fenómeno tiene un grave correlato social. Al abandonarse la actividad industrial minera, los antiguos trabajadores se ven de pronto sin puesto de trabajo ni mercado laboral que les ofrezca alternativas acordes a su experiencia, conocimientos y/o formación. Esto los lleva a abandonar los llamados pueblos mineros, muchos de los cua-

Nombre del Asiento minero	Activas en 1960	Activas con posterioridad a 1960
Riotinto	X	X
Tharsis	X	X
Zarza	X	X
Herrerías	X	X
El Perrunal	X	
Lomero-Poyatos	X	X
La Joya	X	
San Telmo	X	
Cueva de la Mora	X	
Concepción	X	X
San Miguel	X	
Peña de Hierro	X	
Castillo de las Guardas	X	X
Aznalcóllar	X	X
Sao Domingos		X
Aljustrel		X
Peña del Hierro	X	
San Miguel	X	

Cuadro. Proyecto piloto: Principales Minas de la Franja Pirítica Onubense.

les dependían casi exclusivamente de la actividad minera para su desarrollo y mantenimiento. El despoblamiento de las zonas mineras tiene incidencias negativas tanto en el patrimonio tangible como en el intangible. La otra alternativa ensayada, la de sustituir las fuentes de generación de riqueza por actividades absolutamente nuevas, puede ser aplicable en algunos casos, siempre y cuando no genere el deterioro del patrimonio físico minero ni de las costumbres, usos, tradiciones, etc., que constituyen el patrimonio intangible de la "cultura minera".

Esta situación genera dos consecuencias principales: por un lado el abandono del Patrimonio físico constituido por los pueblos mineros y la infraestructura industrial; por otro, el cambio de patrones sociales, con el consiguiente olvido de la cultura tradicional. Habría que considerar inclusive la pérdida de conocimientos de técnicas mineras que tienen un valor científico en sí mismas. Ante tal situación, es evidente que se requieren medidas coordinadas desde diversos sectores para permitir que esta parte esencial de la historia social y económica, arquitectónica y de la ingeniería en España no se pierda.

Se requiere de respuestas en las que estén involucrados desde los grupos de trabajadores o extrabajadores y las autoridades locales, hasta los niveles más altos de la administración autonómica y estatal. Siendo ICOMOS la ONG que asesora a UNESCO en temas de Patrimonio Mundial, se buscará especialmente determinar aquéllos casos en los que existan "valores universales sobresalientes" que conlleven la inscripción de explotaciones en la Lista del Patrimonio Mundial.

CONCLUSIONES

a) En cuanto al PHM:
   - Patrimonio tangible:
     - Teniendo la actividad minera en España gran importancia tradicional, los bienes materiales constituyen un valioso patrimonio entendido bajo la expresión PHM Español, y cuya protección es de importancia fundamental.
     - Existen, sin embargo, serios motivos de preocupación sobre la situación y futuro del PHM español que va quedando cada vez más en abandono, debido sobre todo al cese de actividades de numerosos asientos mineros.
     - Los proyectos destinados al rescate, valorización, conservación y uso turístico son, como se ha dicho, escasos ante la vastedad del tema.
     - No obstante lo anterior, el potencial del PHM es sumamente grande, pudiendo convertirse en una alternativa laboral y de desarrollo para pueblos que tradicionalmente dependieron de la minería y que hoy se ven afectados por su cese.
   - Patrimonio intangible:
     - Esta situación tiene un correlato social en la pérdida de puestos de trabajo, y el abandono progresivo de los pueblos y zonas tradicionalmente mineras, con la consiguiente pérdida del patrimonio intangible de la cultura minera viva.

b. Conclusiones sobre aspectos metodológicos:
   - Las Fichas de Inventario del PHM constituyen una herramienta útil. Su llenado incluye una fase de consulta bibliográfica y documental, y una de visitas *in situ,* (en lo referente al estado de los bienes culturales, grado de conservación, autenticidad, etc.).
   - La comprensión de los procesos de desarrollo del proceso minero se entiende mejor centrando nuestra visión en las zonas metalogenéticas que suelen tener un desarrollo común entre los diversos asientos mineros, lo que permite también entender la existencia de rutas culturales mineras.

- Para el estudio de dichas rutas culturales mineras, son fundamentales los lineamientos metodológicos del Comité Internacional de Itinerarios Culturales (CIIC) del ICOMOS, en especial los que forman parte de las conclusiones del Seminario de Pamplona (2001) y de la Reunión de Expertos de Madrid (2003).

RECOMENDACIONES

- Que se prosiga con los estudios programados en el presente proyecto de ICOMOS España y otros con objetivos similares.
- Que las autoridades otorguen la debida importancia, dentro de los planes generales de desarrollo, a la protección y conservación del PHM, en sus manifestaciones tangibles e intangibles.
- Que se pongan en marcha programas integrales que partiendo del inventario del patrimonio minero, promuevan su conocimiento científico y posterior utilización acorde con su naturaleza y con los principios del desarrollo sostenible.
- Que se proceda a emitir normas declaratorias y aplicar las protectoras, a fin de proteger el PHM español.
- Que las empresas mineras reconozcan que sus propiedades están integradas por una serie de bienes que son testigo de la historia local, regional, nacional y mundial, y tomen medidas para administrar adecuadamente los bienes culturales mineros a su cargo, garantizando su protección, conocimiento y disfrute.

BIBLIOGRAFÍA

- **Blázquez, J.N.:** *Fuentes Literarias Griegas y Romanas Referentes a las Explotaciones Mineras de la Hispania Romana"* (1970).
- **Carriazo, J de M.:** *El mensaje de tartesos* (1960).
- **Castro Morales, F. *et al.*:** *Preservación de la arquitectura industrial en Iberoamérica y España.* (2001).
- **Díaz y Díaz, Manuel:** *Metales y minería en al época visigótica, a través de Isidoro de Sevilla* (1970).
- **García y Bellido, A.:** *El Tartéssios Chalkós y las relaciones del S.E. con el N.O. de la Península en la Época Tartessica".* (1970).
- **Gual, Miguel:** *El hierro en el Medioevo Hispano* (1970).
- **Luzón, J.M.:** *Instrumentos Mineros de España Antigua* (1970).
- **Pérez, Ciriaco:** *Las minas en los grandes geógrafos del Periodo Hispano* (1970).
- **Puche, O.:** *Primera sesión científica de la SEDPGYM: Patrimonio Minero metalúrgico.* Bol. Inf. SEDPGYM, 5, 3-5 (1996).
- **Rábano, I. (ED.):** *Patrimonio Geológico y Minero en el marco del desarrollo sostenible.* IGME. (2000).
- **Shulten, A.:** *Tartessos,* (1945).

Degradación del patrimonio histórico minero de Hiendelaencina (Guadalajara). Patrimonio mineralógico depositado en los principales museos nacionales

A. Paradas Herrero* y L. Jordá Bordehore**
*Museo Geominero. Instituto Geológico y Minero de España.
a.paradas@igme.es
**Dpto. de Ingeniería Geológica. ETSIMM. Universidad Politécnica de Madrid.
luis_etsim@hotmail.com

RESUMEN

En el presenta trabajo se hace un repaso del patrimonio mueble e inmueble del distrito minero de Hiendelaencina. Se estudia su rápido deterioro en la última década, estableciéndose comparaciones con los archivos gráficos de los últimos años de explotación moderna. Se han recorrido las principales minas completando el estudio clásico de la arqueología moderna con el empleo de técnicas espeleológicas. Por otra parte, se establece la paragénesis completa citada en la zona y se compara con los fondos de los principales museos mineralógicos nacionales. La mayor parte del patrimonio mineralógico de Hiendelaencina se encuentra depositado en los tres grandes museos mineralógicos de la capital: Museo Nacional de Ciencias Naturales, Museo Geominero y Museo Histórico Minero Felipe de Borbón y Grecia.

Palabras clave: espeleología minera, museos mineralógicos, Patrimonio minero histórico, sulfosales de plata.

ABSTRACT

In this paper we present a review of the movable and immovable heritage of the Hiendelaencina mining heritage. We analyse the rapid deterioration in the last decade and we compare today's heritage with graphic archives of the last years of modern mining activity. The main mines have been visited and a classic study of modern archaeology has been completed with climbing techniques. It is also established the complete paragenetic sequence written in the area and it is compared with the samples of the main national mineralogical museums. The most part of the mineralogical heritage of Hiendelaencina is deposited in the three main museums of this kind located in the Capital: Museo Nacional de Ciencias Naturales (National Museum of Natural Sciences), Museo Geominero (Geo-Mining Museum) and Museo Histórico Minero Felipe de Borbón y Grecia (Historical Mining Museum).

Key words: *Historical mining heritage, mineralogical museums, mining caving, silver sulfides.*

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO

Hiendelaencina es una pequeña población de 103 habitantes (censo del 2001) situada en el NO de la provincia de Guadalajara, Comunidad de Castilla-La Mancha, en el punto kilométrico 59 de la carretera comarcal CM-101, que une las localidades de Cogolludo y Atienza. Se encuentra a unos 120 Km. de Madrid (Fig. 1).

El municipio se asienta en el Macizo Hespérico, sobre dos formaciones gneísicas pertenecientes al Sistema Central: Fm. Hiendelaencina y Fm. Congostrina (Bascones *et al.*,1980). El yacimiento se aloja en la primera de las dos formaciones anteriormente mencionadas, y consta de una serie de filones de sulfosales de plata, galena, esfalerita,

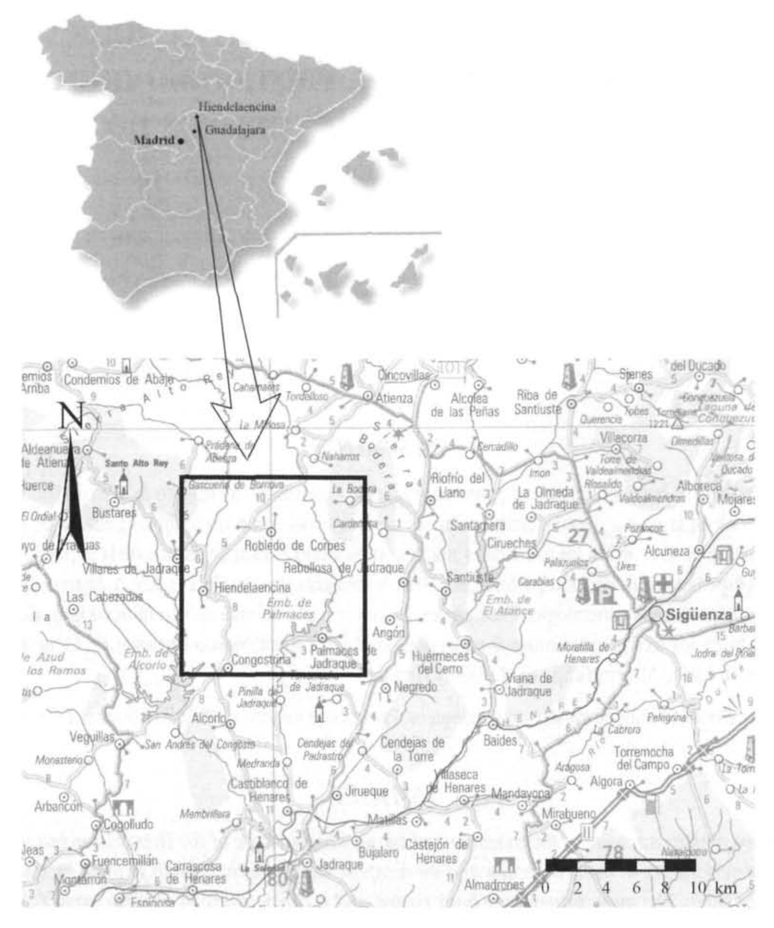


Figura 1. Situación geográfica del distrito minero de Hiendelaencina.

calcopirita, pirita, arsenopirita, en una ganga de barita, cuarzo y siderita. Estos minerales encajan en materiales gneísicos de edad Pre-Ordovícica (Concha *et al.*, 1992) (Fig. 2).

RESEÑA HISTÓRICA

El distrito minero de Hiendelaencina fue un importante productor de plata durante los siglos XIX y XX. Su explotación tuvo lugar entre los años 1844 y 1916. Entre 1847 y 1861 se obtiene la mayor producción de las minas, con una media de 20.000 Kg. de plata por año. Se abrieron infinidad de pozos sobre más de trece filones, aunque el 90% de la plata obtenida lo fue del primer filón, descubierto en 1844, el denominado "Filón Rico". Este filón con una orientación N70º E fue explotado a lo largo de 3 Km. y más de 100 m de profundidad, con una potencia media de 25 cm (Contreras, 1905). El distrito argentífero de Hiendelaencina ha sido el más importante de la minería de plata en España, permitiendo la explotación de entre 600 y 1000 toneladas de plata metálica. En la actualidad todas las minas se encuentran cerradas y en estado de máximo abandono.

INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO SUBTERRÁNEO

El distrito minero de Hiendelaencina-La Bodera posee un importante patrimonio subterráneo prácticamente desconocido. Una vez abandonas las labores mineras es generalizada la pérdida del conocimiento de la parte interior. En otros países de Europa como Reino Unido, Francia y Noruega llevan más de dos décadas dedicándose a la exploración de labores mineras subterráneas con carácter científico. Para ello se emplean técnicas de espeleología, utilizando cuerdas para la progresión por los pozos. Es una actividad que conlleva cierto riesgo y debe ser sólo acometida por personal especializado. En el contexto de Hiendelaencina, se ha empezado a catalogar los pozos susceptibles de ser descendidos, siendo el único explorado hasta la fecha el pozo Maestro de la mina San José de La Bodera (Fig. 3).

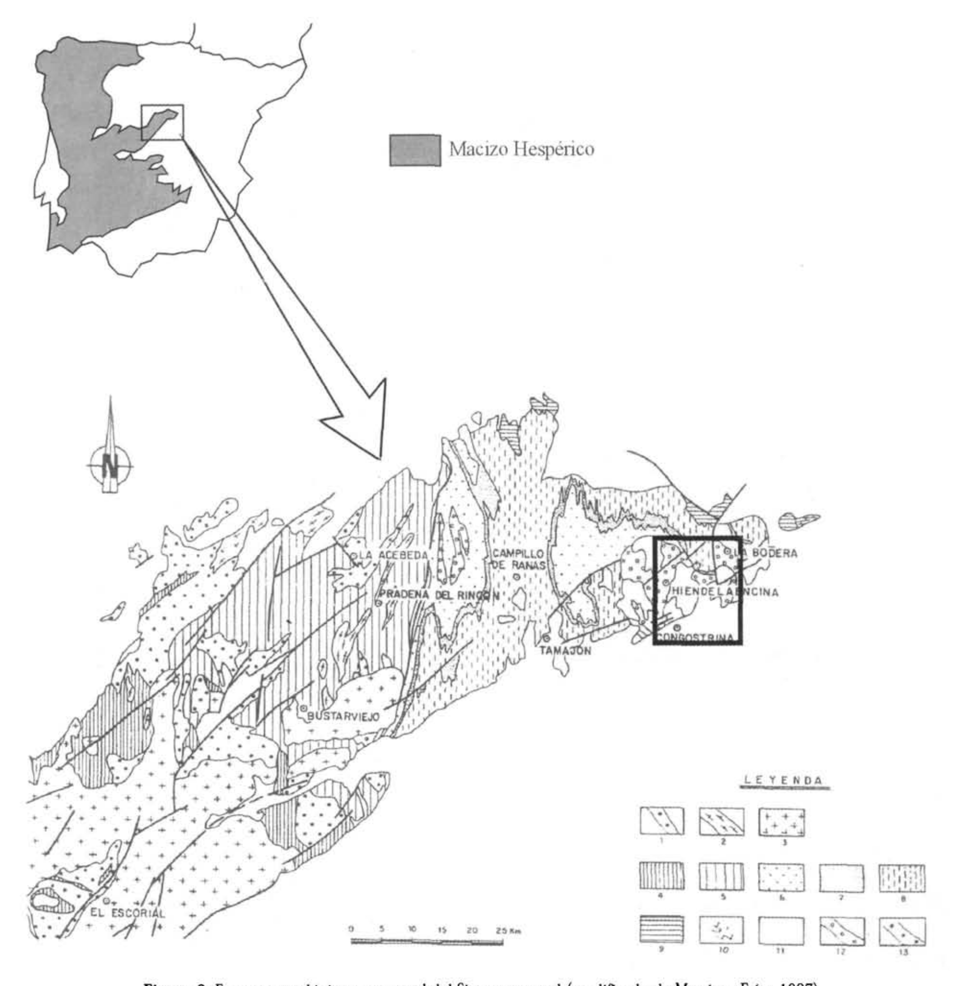


Figura 2. Esquema geológico-estructural del Sistema central (modificado de Martínez Frías, 1987).
En el recuadro situación del distrito minero de Hiendelaencina. 1, gneises glandulares. 2, leucogranitos. 3, granitoides tardihercínicos. 4, serie fémica. 5, metasedimentos. 6, tremadociense. 7, arenigiense. 8, dobrotiviense. 9, silúrico. 10, carbonífero. 11, sedimentos post-peleozoicos. 12, "Ollo de Sapo". 13, gneis de Riaza-Nazaret.



Figura 3. Primera campaña de exploración en el pozo San José, de 70 m de profundidad, en marzo de 2004.

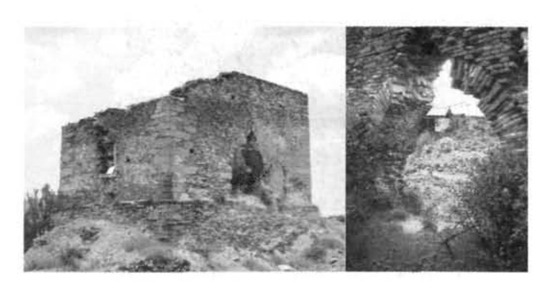


Figura 4. La pérdida de mampuestos del pozo Relámpago amenaza su estabilidad: tanto los arcos de ladrillo como los cimientos.

PATRIMONIO AMENAZADO

El deterioro del patrimonio minero de Hiendelaencina ha sido notable en los últimos años. Al tomar como referencia el artículo de Cuesta Bustillo *et al.* (1995), se aprecia como el lavadero de San Carlos estaba en plena producción y buena parte de las construcciones anejas a los pozos se conservaban en buen estado. Visitando recientemente la comarca apreciamos el progresivo deterioro de algunos edificios como el del pozo "Relámpago" y la mina "Santa Catalina" donde actos vandálicos han destruido parte de las instalaciones (Fig. 4). El aspecto del lavadero es ruinoso. Por el contrario, es de destacar el estado de conservación de los edificios mineros de la parte sur occidental, como "La Fuerza" y "Malanoche", cuyos vestigios son una auténtica joya de la minería del siglo XIX (Fig. 5).

PATRIMONIO MINERALÓGICO

Los minerales económicamente importantes de Hiendelaencina son las sulfosales de plata: freibergita, pirargirita, polibasita, freieslebenita, estefanita y bournonita, además de galena, puesto que a ella se asocian las mencionadas sulfosales (Fig. 6). Las especies citadas en este distrito han sido recopiladas por diversos autores, siendo la relación más completa, con 54 especies distintas, la que aportan Calvo y Sevillano (1992). Una reciente actualización de la misma, cifra en 62 las especies minerales aparecidas en Hiendelaencina.

DISTRIBUCIÓN DEL PATRIMONIO MINERALÓGICO EN LOS MUSEOS NACIONALES

En el gráfico adjunto (Fig. 7) puede observarse la distribución de ejemplares de minerales del distrito minero de Hiendelaencina en los principales museos mineralógicos españoles. Los grandes museos de Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, Museo Geominero y Museo Histórico-Minero D. Felipe de Borbón y Grecia acaparan tanto el mayor número de ejemplares como el de especies diferentes. La pirargirita, por su gran vistosidad, es la especie mineral más numerosa de las distintas colecciones, seguida de la freieslebenita, muy apreciada por su rareza y calidad. Fue en Hiendelaencina donde se caracterizó adecuadamente esta especie y de donde proceden los mejores ejemplares del mundo.



Figura 5. Vista general del pozo "La Fuerza".

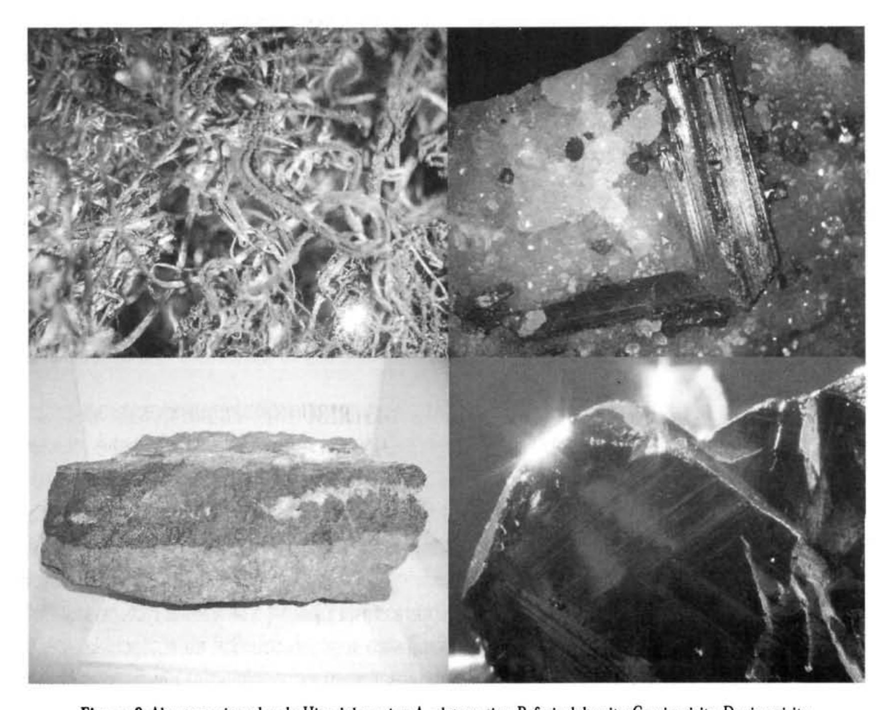
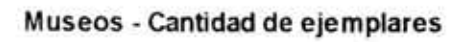


Figura 6. Algunos minerales de Hiendelaencina. A, plata nativa. B, freieslebenita. C, miargirita. D, pirargirita.



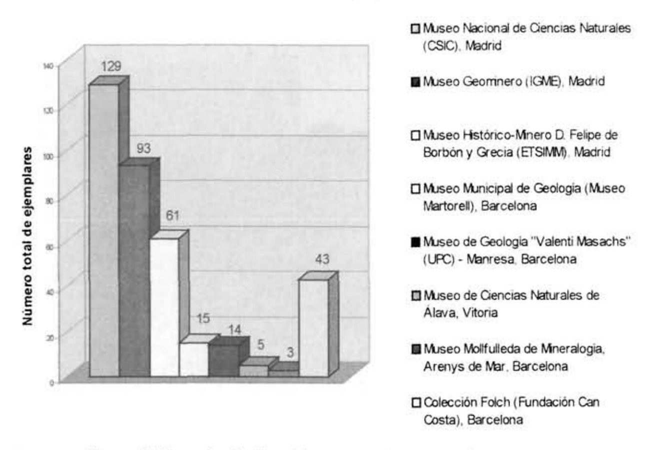


Figura 7. Minerales de Hiendelaencina en los principales museos.

BIBLIOGRAFÍA

- **Bascones, L., González Lodeiro, F. y Martínez Álvarez, F.** 1980. *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000 (2ª serie). Hoja núm 460, Hiendelaencina.* IGME.
- **Calvo Rebollar, M. y Sevillano, E.** 1992. Hiendelaencina (Spain). *The Mineralogical Record*, 23, 41-249.
- **Concha, A., Oyarzun, R., Lunar, R., Sierra, J., Doblas, M. y Lillo, J.** 1992. The Hiendelaencina epithermal silver-base metal district, Central Spain: Tectonic and mineralizing proceses. *Mineralium Deposita*, 27: 83-89.
- **Contreras, B.** 1905. *El país de la plata. Apuntes-históricos del descubrimiento de la mina "Santa Cecilia", sita en Hiendelaencina.* Establecimiento tipográfico "La región". Guadalajara.
- **Cuesta Bustillo, E., Yuste Raposo, C. y García García, G.** 1995. Hiendelaencina el Filón Rico. *Bocamina*, 1, 4-28.

Exposição "Jóias da Terra-o minério da Panasqueira" uma incursão ao mundo das minas

A. Leite*, **J. Paiva**** **y S. Medina***
*Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
aleite@fe.up.pt - smedina@fe.up.pt
**Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto.
jpaiva@mail.telepac.pt

RESUMO

O Comissariado Cultural da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)-Portugal, levou a efeito, entre 15 de Outubro de 2003 e 5 de Março de 2004, uma exposição com o título "*Jóias da Terra-o minério da Panasqueira*". Esta esteve patente ao público num espaço da Biblioteca da FEUP e a sua concepção e montagem teve o contributo da Faculdade de Belas Artes (FBAUP).

Tratou-se de uma exposição temporária, centrada em amostras minerais da mina de volfrâmio da Panasqueira-Fundão, Portugal-cedidas pelo Museu de História Natural da Universidade de Lisboa. A mina da Panasqueira é mundialmente mais conhecida pela rara beleza dos minerais que nela ocorrem do que propriamente pelo volfrâmio que dela se extrai. São minerais a que ninguém fica indiferente em virtude das suas cores, tamanhos, formas e associações.

A mostra de minerais levada a efeito foi enquadrada num vasto conjunto de objectos relacionados com a actividade extractiva, agrupados em núcleos temáticos. Para tal, foi activada uma rede de colaboração com museus mineiros portugueses, e outras instituições desta área disciplinar. Um novo contexto de aprendizagem sobre a questão mineira foi criado fora do espaço industrial musealizado: foram explorados diferentes tipos de recursos (reais, representativos ou de imaginação) do património mineiro e foram promovidas diversas formas de acesso a esse conhecimento.

Ao conjunto representado foi conferida uma leitura crítica e humanizada através da realização de visitas guiadas à exposição, levadas a cabo por alunos e docentes da FEUP. Através delas, cumpre-se com maior eficácia o objectivo da promoção de uma melhor informação e mais activa participação em torno de conceitos, valores e mitos sobre o Geo-Ambiente .

Neste póster, evidenciam-se alguns desses pormenores explorados.

Palavras chave: *Cultura Mineira, Exposição, Minerias, Objectos Mineiros.*

INTRODUÇÃO

A realização de uma mostra ou feira de minerais constitui quase sempre um polo atractivo da curiosidade do público, quer este seja especialista ou leigo em mineralogia. Iniciativas deste tipo têm-se vindo a repetir em Portugal e revestem-se de grande êxito dado o número de visitantes que as frequentam.

Foi com esta certeza que o Comissariado Cultural da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) se lançou, no início do ano de 2003, na realização de uma exposição com amostras da paragénese mineral da Mina de volfrâmio da Panasqueira.

O Couto Mineiro da Panasqueira situado em Portugal, na Beira Baixa, ocupa 20.6 Km^2 da vertente Sul da Serra da Estrela, entre os maciços de S. Pedro do Açor e da Gardunha em plena Cordilheira Central.

O núcleo da exploração mineira encontra-se actualmente na povoação da Barroca Grande, pertencente à Aldeia de S. Francisco de Assis, no concelho da Covilhã e distrito de Castelo Branco.

A fama mundial das Minas da Panasqueira advém não só do jazigo extraordinário de volframite, explorado desde há mais de 100 anos, mas principalmente dos excelentes exemplares de minerais de rara dimensão e beleza que tiveram a sua génese no interior de cavidades dos filões desta mina. Podemos afirmar que muitos dos museus de mineralogia de todo o mundo não prescindem de possuir, nas suas colecções, amostras de minerais da Panasqueira. Esta verdade é também confirmada pelo excelente colecção de mineralogia do Museu de História Natural da Universidade de Lisboa (MHNUL), da qual fazem parte muitas dezenas de amostras da Mina da Panasqueira.

Foram precisamente alguns dos exemplares desta colecção que aquele Museu facultou temporariamente à FEUP para constituir o núcleo central de uma exposição que recebeu o título "*Jóias da Terra-o minério da Panasqueira*" e que esteve patente ao público de Outubro de 2003 a Março de 2004.

Será de destacar, na introdução deste trabalho, o facto da Mina da Panasqueira, apesar de uma conjuntura de mercado desfavorável para a comercialização do tungsténio, ser um dos poucos centros mineiros produtores de volframite de toda a Europa (só existe mais uma mina em laboração, na Áustria).

PARA ALÉM DE UMA MOSTRA DE MINERAIS

A equipa que se constituiu para conceber a exposição, de cujo núcleo duro fizeram parte os signatários deste trabalho, depois de várias reuniões e visitas, quer à Mina da Panasqueira quer ao MHNUL, rapidamente perspectivou um conjunto de potencialidades pedagógico/didácticas que tal mostra poderia possuir e que se estendiam muito para além da abordagem estética de uma simples exibição de belos minerais.

O mundo da geologia e das minas representa um ambiente detentor de particularidades impares e de características que facilmente fascinam quem o visita. Por esta razão, e pelo poder que aquele universo exerce no imaginário colectivo, a ele recorrem as organizações responsáveis, por exemplo, pelos parques temáticos da Euro-Disney. Nestes espaços lúdicos nunca falta a recriação/simulação das viagens no comboio mineiro, ao longo de longas e tortuosas galerias. Apesar da sua artificialidade, as reproduções fiéis de pormenores próprios (mesmo técnicos) do ambiente da indústria extractiva nunca são descuradas.As filas para embarcar nestas aventuras mineiras nunca têm fim.

E no cinema, a começar nos velhos Westerns e a terminar no Indiana Jones nunca falta uma cena de garimpo ou uma corrida louca por uma galeria de mina, repleta de rebentamentos de rocha recorrendo a efeitos visuais e explosivos virtuais.

Partindo desta certeza, iniciou-se o processo de concepção da exposição dos minerais da Panasqueira com o objectivo de a usar como meio de transmissão de conceitos da actividade mineira, para além da mostra dos prodígios da natureza que, naquela mina, foi imensamente generosa.

Para se alcançar esse fim, as amostras minerais foram inseridas num "ambiente" encenado, no qual se integraram artefactos reais e representações da actividade mineira, distribuídos por pequenos núcleos temáticos e estrategicamente dispostos. No centro da exposição, permanentemente observáveis pelos visitantes ao longo do itinerário que lhes era proposto, foram colocadas as amostras minerais. Em seu redor, dispuseram-se os artefactos reais e as representações que apelavam a diversas aspectos da actividade mineira. Se a exibição do núcleo central (o núcleo dos minerais) apostava numa leitura mais imediata e dirigida aos sentidos, a sua "cintura conceptual" requeria a intervenção de um monitor que actuava enquanto mediador entre o objecto e o visitante.

Reuniram-se condições para que a visita à "Jóias da Terra" fosse encenada e dramatizada. O cenário foi montado, recheado de adereços, os visitantes foram os actores e os alunos da FEUP, escolhidos e preparados para serem guias desta mostra, narradores de uma história.

Ao longo da visita, a principal função do narrador foi a de contextualização e exploração do tema central através de interligações a outras áreas do Saber.

BINÓMIOS EXPLORADOS

Tal resultou numa rica e complexa abordagem que poderá ser sintetizada nos seguintes binómios:

1. Minério > Concentrado.
   Um minério extraído de uma mina, poucas vezes é imediatamente usado para um fim.
   Quase sempre necessita de ser transformado. É-lhe acrescentado uma mais valia.
2. Concentrado > Objecto.
   De que são feitos os artefactos que usamos? Partindo desta pergunta e manipulando algum concentrado de volfrâmio a par de uma lâmpada de incandescência, o visitante passa a associar ao seu mundo o mundo dos minérios.
3. Mão-de-Obra > Mecanização.
   Ao longo da história da actividade mineira a evolução tecnológica foi imperando nos processos produtivos e o trabalho braçal passou, progressivamente, a dar lugar ao trabalho das máquinas.
4. Razão > Emoção.
   A exibição de radiografias pulmonares de mineiros portadores de silicose, junto de um martelo ligeiro de perfuração, envolveu o visitante no mundo muitas vezes obscuro e complexo em que estes operários laboravam.
5. Exterior > Interior.
   Os cavaletes ou torres mineiras sempre representaram verdadeiros ex-libris de povoações onde a actividade mineira representava a mais forte forma de sustentação da implantação humana. Essas torres são as portas de entrada no mundo profundo e escuro do interior da terra.
6. Real > Imaginário.
   A Santa Barbara representa o mito da protecção superior da actividade dura do mineiro contra as forças da natureza. Associamos à figura desta Santa uma diversidade de superstições que povoam o imaginário da cultura desta arte de extracção de minérios da crusta terrestre.
7. Passado > Presente.
   As técnicas e tecnologias mineiras evoluem momento a momento. Recorrendo a maquetas didácticas representativas do diversos métodos de desmonte da Mina da Panasqueira, foi possível fazer a história, com mais de um século, das formas de retirar o precioso mineral do fundo deste jazigo.
8. Reacção > Produto.
   A escuridão da mina não se iguala a mais nenhum tipo de escuridão. O gasómetro mineiro é um objecto possuído de particularidades passíveis de serem desvendadas com aqueles que visitam a mina. O conceito de reacção química, da qual resultam produtos e subprodutos, úteis e não úteis ao homem, é explorado neste núcleo da exposição.
9. Energia > Trabalho.
   A força do ar comprimido e dos explosivos quando accionados, representam os "poderes" que permitem ao homem atingir os seus objectivos enquanto explorador das ofertas que a mãe natureza lhe oferece.
10. Homem > Natureza.
    É interessante reflectir que, o ponto de partida desta mostra, representa um conjunto de objectos naturais retirados do interior da terra a par da exploração de uma mina que tem por fim produzir um concentrado de uma (ou várias) espécie mineral específica. A obtenção desses objectos naturais não são o fim último da mina. Mas, encontrados, revelam aspectos do mundo natural que de imediato travam o ímpeto do mineiro, coibindo-se este de os acrescentar ao minério produzido. São a imagem/mensagem da natureza a apelar à contenção humana no sentido de olhar para os seus actos pois a natureza não é do homem, mas o homem é da natureza.

A exploração destes binómios resultava em questões didacticamente estratégicas com as quais o guia ia confrontando o visitante durante o percurso da visita, desde o seu acolhimento no núcleo de entrada. Procurou-se sempre aproximar as questões técnicas ou filosóficas das experiências e vivências do visitante, levando-o a sentir um elevado grau de familiaridade com o(s) tema(s). Diferenciando a abordagem consoante o tipo de público (escolar/não escolar, técnico/não técnico) e o correspondente nível de conhecimento, conseguiu-se captar permanentemente a atenção dos visitantes com esta estratégia de construção de uma visão próxima do senso comum. Um mundo envolto em mistério, porque desconhecido, revelava-se bastante próximo de acontecimentos diários e comuns dos cidadãos.

Neste sentido, e longe de ser um conjunto estático de objectos naturais, a exposição possuía um dinamismo próprio e significativo para aqueles que a visitaram.

COMPONENTE HUMANIZADA

Será também de realçar a incorporação deliberada no itinerário da exposição de uma componente humanizada intimamente relacionada com a vida do operário mineiro, ausente ao nível do exibido em objectos "frios" e estáticos distribuídos pelos vários núcleos da mostra. Para tal fim, estabeleceu-se, transversalmente a todo o itinerário da visita à exposição, a apresentação de um conjunto sequencial de temas e histórias onde a figura do homem mineiro é evocada. Deste modo, fez-se homenagem àqueles que se entregaram à tarefa de subtrair ao interior da crusta terrestre as substâncias úteis ao homem. As minas foram (e ainda são) campos de "luta" do homem com a rocha. Nas minas, penetra-se no mistério do interior da terra. Revolvem-se as suas entranhas desvendando, metro a metro, os segredos das relações "genéticas" dos minerais. Através daquelas histórias e a imagens, exibidas em tempo oportuno ao longo da visita, desvendavam-se pormenores de uma actividade que, sob muitos dos seus aspectos, se pode considerar possuída de uma certa "*Arte*", a mais antiga da humanidade, de cujo domínio exclusivo os mineiros se orgulham.

CONCLUSÃO

Um *"museu mineiro"* pode ter lugar em qualquer sítio.


ISBN 84-669-6114-3
9 788466 961141